KAT

ENERGETICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

1

REVISTA ENERGETICA
1956

SUMAR

Pag.

* * *: Din lucrările Congresului al II-lea al P.M.R. 1
Cioară G.: Sarcinile energetici în R. P. R. la începutul celui de al doilea plan cincinal 1956—1960 4
Stăncescu D. I.: Situația energetică mondială 5
Vlădea I.: Considerații teoretice și metode de calcul pentru ejectoare 13
Stanisavlievici L.: Controlul calității aburului prin conductibilitatea electrică 23
Marc D.: Studiul tehnico-economic a legării conductoarelor de protecție a liniilor de 35 kV la cadrele stației 29
Solomon S.: Probleme de prognoză hidrologică 34

SCHIMB DE EXPERIENȚĂ

Costin E.: Separatoare magnetice element necesar al circuitului de alimentare cu cărbune în centralele termoelectrice 45
ENERGETICA DE PESTE HOTARE . . . 51
DOCUMENTARE 54

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

* * *: Из работ II-го Съезда Р.Р.П. . . . 1
Чоарэ Г.: Задачи энергетики в Р.Н.Р. в начале второго пятилетнего плана 1956-1960 гг. 4
Стэнческу Д. И.: Положение мировой энергетики 5
Влэдя И.: Теоретические соображения и методы расчета эжекторов 13
Станиславлевич Л.: Контроль качества пара посредством электропроводности 23
Марк Д.: Технико-экономическое исследование присоединения защитных тросов линий в 35 кв к каркасу подстанции . . . 29
Соломон С.: Вопросы гидрологического прогноза 34

ОБМЕН ОПЫТОМ

Костин Е.: Магнитные сепараторы—необходимый элемент углеприготовительного тракта ТЭС 45
ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА 51
ДОКУМЕНТАЦИЯ 54

SOMMAIRE

Page.

*** Les travaux du II-iéme Congrés du P.O.R. 1
Cioară G.: Les taches de l'énergétique dans la R.P.R. au début du second quinquennal 1956—1960 4
Stăncescu D. I.: La situation énergétique mondiale 5
Vlădea I.: Considérations théoriques et méthodes de calcul pour éjecteurs 13
Stanisavlievici L.: Le controle de la qualité de la vapeur par la conductibilité électrique 23
Marc D.: Etude technico-économique du raccord des conducteurs de protection des lignes de 35 kV aux supports de la station . 29
Solomon S.: Problèmes de prévision hydrologique 34

ECHANGE D'EXPERIENCE

Costin E.: Les séparateurs magnétiques, élément nécessaire du circuit d'alimentation au charbon dans les usines thermoélectriques . 45
L'ENERGETIQUE A L'ETRANGER . . . 51
DOCUMENTATION 54

INHALTSVERZEICHNIS

Seite.

***: Aus den Arbeiten des II-ten Kongresses R.A.P. 1
Cioară G.: Die Aufgaben der Energetik in der RVP am Anfang des zweiten Fünfjahrplanes 1956—1960 4
Stăncescu D. I.: Die energetische Weltlage . 5
Vlădea I.: Teoretische Betrachtungen und Berechnungsverfahren für Ejektoren . . . 13
Stanisavlievici L.: Prüfung der Dampfgüte mittels elektrischer Leitfähigkeit 23
Marc D.: Technische und wirtschaftliche Untersuchung über den Anschluss der Schutzseile einer 35 kV-Leitung an den Trägern der Schaltanlage 29
Solomon S.: Fragen hydrologischer Prognose 34

REFAHRUNGSAUSTAUSCH

Costin E.: Magnetische Ausscheider, ein notwendiges Element der Kohlenspeisungseinrichtung in Wärmekraftwerken 45
DIE ENERGETIK IM AUSLANDE 51
SCHRIFTUM 54

E 2039
d
R
Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
ОБМЕН - CSERE
VYMENA - WYMIENA
TAUSCH - CHEPA

ENERGETICA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacţie

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul IV ★ 1956 ★ Nr. 1 Redacţia: Bucureşti, str. I. Ghica nr. 3 ★ Tel. 3.07.30 3.57.28

Grozăgos Mihaiu
Könyvtár
TULAJDONA

DIN LUCRĂRILE CELUI DE-AL DOILEA CONGRES AL P.M.R.

Raportul asupra Proiectului de Directive ale Congresului al II-lea cu privire la cel de al 2-lea plan cincinal de dezvoltare a economiei naţionale pe anii 1956—1960

Raport prezentat de tovarăşul Chivu Stoica, preşedinte al Consiliului de Miniştri al Republicii Populare Romîne

(Text prescurtat)

SARCINILE CELUI DE AL DOILEA PLAN CINCINAL IN DOMENIUL INDUSTRIEI

Aşa cum se arată în Raportul de activitate al C.C. al P.M.R. opera de electrificare a ţării va fi continuată în anii ce urmează cu un şi mai mare avînt.

Creşterea producţiei de *energie electrică* va permite nu numai ridicarea considerabilă a nivelului de înzestrare energetică, ci şi folosirea pe scară mai largă a electricităţii în procesele tehnologice din industrie. In anii celui de-al doilea cincinal va creşte rapid capacităţile de producţie şi puterea instalată, pe seama extinderii centralelor construite în primul cincinal şi a construirii unor noi hidro şi termocentrale.

Se prevede de asemenea construirea unor noi hidrocentrale pe Argeş, în munţii Apuseni şi în alte regiuni ale ţării, cu o putere instalată de cca. 85.000 kW. Totodată, se va construi şi va fi pusă în funcţiune o nouă termocentrală cu o putere instalată de 100.000 kW. Paralel cu construirea unor noi termo şi hidrocentrale, vor fi lărgite centralele de la Petroşani, Sîngiorgiu de Pădure, Borzeşti, Grozăveşti, ceea ce va duce la o sporire a puterii instalate totale a acestora cu 270.000 kW.

O mare atenţie se va acorda îmbunătăţirii alimentării cu energie electrică a oraşelor şi satelor, prin legarea lor cu linii de înaltă tensiune şi construindu-se de asemenea termo şi hidrocentrale locale, cu o putere instalată totală de cel puţin 35.000 kW. Se vor construi şi se vor lărgi centrale termoelectrice industriale, cu o putere totală de 100.000 kW. In acelaşi timp se vor electrifica încă 2.000 sate.

Se prevede lărgirea reţelei de transport şi de distribuţie a energiei electrice prin construirea a încă 3.200 km. linii electrice de 110 şi 35 kW., precum şi a unor staţii de transformare totalizînd 1 milion kVA

Vor fi efectuate pe o scară mai largă lucrările de termoficare a întreprinderilor industriale, precum şi studiile necesare pentru termoficarea unor oraşe din ţară.

Interesele dezvoltării economiei naţionale cer ca, odată cu înfăptuirea măsurilor pentru creşterea producţiei de energie electrică şi pentru mărirea capacităţilor electrice în sistemele energetice, să se asigure folosirea raţională şi economică a centralelor electrice In acest scop se va îmbunătăţi sistematic factorul de putere la consumatorii de energie electrică, atingîndu-se în 1960 o proporţie de 0,75. De asemenea, se va reduce la jumătate puterea indisponibilă în centralele electrice. O sarcină de mare însemnătate o constituie îmbunătăţirea sistemului de reparaţii a echipamentului energetic al centralelor, reducerea duratei şi îmbunătăţirea calităţii acestor reparaţii.

In 1960, în comparaţie cu 1955, producţia industriei construcţiilor de maşini şi de prelucrare a metalelor va creşte cu aproximativ 1,8—2 ori. Va fi asimilată şi organizată fabricaţia a numeroase tipuri noi de maşini şi utilaje — noi cazane de aburi pentru arderea combustibililor inferiori, gazogene pentru gazeificarea lignitului, un nou tip de motor Diesel, transformatori şi întrerupători de înaltă tensiune.

Pentru continua mecanizare a agriculturii Proiectul de Directive prevede asimilarea şi introducerea în fabricaţie de serie a maşinilor celor mai moderne de plantat, cul-

tivat şi recoltat porumb, de semănat, recoltat şi treierat cereale, de plantat şi recoltat cartofi, de recoltat sfeclă, de strîns fînul, precum şi pluguri, prăşitori, semănători, secerători-legători, cositori cu tracţiune animală necesare gospodăriilor agricole individuale. Va creşte producţia de piese de schimb pentru tractoare şi maşini agricole.

Pentru înzestrarea transportului feroviar şi rutier, a transportului în comun cu mijloace moderne de transport, industria construcţiilor de maşini va fabrica cca. 500 locomotive de cale normală, va urgenta punerea în fabricaţie a locomotivelor Diesel electrice de mare putere, va produce cel puţin 11.000 vagoane de marfă de cale normală de diferite tipuri, 48.000 autocamioane, 3.700 autobuse, autosanitare, autodube pentru transportul pîinii şi cărnii, autovidanje, autostropitori, 200 troleibuse, 350 vagoane motor de tramvai.

Masele plastice vor fi folosite în construcţia de maşini şi în industria electrotehnică, la izolarea cablurilor, ca înlocuitori de piele cu calităţi superioare, în unele privinţe, produselor naturale, precum şi în fabricarea unui număr considerabil de sortimente de articole de uz casnic, şcolar jucării şi altele

SARCINILE CELUI DE AL DOILEA PLAN CINCINAL IN DOMENIUL INVESTIŢIILOR ŞI AL INTRODUCERII TEHNICII NOI

Sarcinile sporirii producţiei industriale şi agricole vor fi realizate în al doilea cincinal, atît pe seama îmbunătăţirii folosirii mijloacelor de producţie existente şi, îndeosebi, prin mărirea capacităţii, pe baza modernizării lor, cît şi pe seama înfăptuirii unui mare program de construcţii capitale. Corespunzător cu aceasta, Proiectul de Directive prevede alocarea sumei de circa 105—110 miliarde lei pentru lucrările capitale economice şi social-culturale, din care pentru lucrările de construcţii-montaj circa 60—63 miliarde lei.

Repartiţia investiţiilor pe ramuri oglindeşte consecvent politica partidului de dezvoltare cu prioritate a industriei şi, în cadrul acesteia, a industriei producătoare de mijloace de producţie, ca o condiţie hotărîtoare a avîntului continuu al tuturor ramurilor economiei naţionale şi al satisfacerii nevoilor mereu crescînde ale poporului muncitor *(aplauze)*

Investiţiile pentru industrie vor reprezenta 56% din volumul total, din care 50% pentru industria mijloacelor de producţie şi 6% pentru industria bunurilor de larg consum. Pentru agricultură şi silvicultură se alocă 12,5% din totalul investiţiilor, cu peste 70% mai mult decît în primul cincinal. Lucrările capitale în transporturi şi comunicaţii vor reprezenta 11,5%, iar cele din industria construcţiilor 2,5% din totalul investiţiilor. Grija pentru bunăstarea oamenilor muncii se oglindeşte în alocarea unor sume reprezentînd 17,5% din totalul investiţiilor, pentru lucrări cu destinaţie social-culturală.

Proiectul de Directive trasează sarcini importante în ceea ce priveşte utilizarea raţională, gospodărească şi cu maximum de eficacitate economică a mijloacelor destinate investiţiilor. Efortul principal trebuie îndreptat, în primul rînd, în direcţia terminării şi punerii în funcţiune a unităţilor aflate în construcţie

Se prevede, de asemenea, ca partea principală a sporului capacităţilor de producţie să fie obţinută pe seama lărgirii şi reutilării întreprinderilor existente la nivelul tehnicii noi şi, numai în al doilea rînd, prin construirea de unităţi noi, acolo şi în măsura în care sporul de capacitate obţinut pe aceste căi va fi insuficient.

Pentru a împiedica împrăştierea resurselor materiale şi de muncă şi pentru a reduce durata construcţiilor şi costul lucrărilor, se prevede restrîngerea numărului de şantiere în construcţie simultană.

Îmbunătăţirea mai departe a repartiţiei teritoriale a forţelor de producţie trebuie asigurată printr-o amplasare raţională a noilor unităţi ce vor fi construite.

Interesele dezvoltării economiei naţionale cer ca, în cel de-al doilea plan cincinal, să se obţină noi şi importante realizări în direcţia introducerii tehnicii noi în toate ramurile economiei *(aplauze)*.

În această privinţă, Raportul de activitate al C.C. al P.M.R. trasează următoarele sarcini:

„Ridicarea nivelului tehnic în toate ramurile economiei naţionale şi obţinerea unei creşteri considerabile a productivităţii muncii în industrie, transporturi, prin:

— Folosirea mai completă a capacităţilor de producţie existente şi perfecţionarea utilajelor maşinilor şi agregatelor în funcţiune.

— Introducerea treptată a tehnicii noi şi procedeelor tehnologice superioare, începînd cu întreprinderile care au un rol determinant în ramura de producţie respectivă. În acest scop: se vor generaliza metodele avansate de muncă folosite de fruntaşii în producţie; în domeniul perfecţionării tehnologiei, se vor introduce cu perseverenţă mecanizarea complexă şi automatizarea proceselor de producţie în principalele întreprinderi; o atenţie deosebită se va da creşterii accentuate a indicilor de folosire a utilajelor.

— Dezvoltarea producţiei în serie, prin specializarea şi cooperarea întreprinderilor, îndeosebi în industria constructoare de maşini şi industria electrotehnică, pîrghiile principale de utilare a economiei naţionale cu maşini, utilaj, agregate şi aparate perfecţionate.

Rezultatul acestor măsuri trebuie să fie o reducere simţitoare a cheltuielilor de producţie şi de circulaţie în economie".

Introducerea tehnicii noi nu înseamnă nicidecum că tehnica veche trebuie aruncată. Maşinile existente trebuie modernizate pentru a le ridica calitatea şi performanţele în exploatare.

Trebuie să se înfăptuiască cu fermitate măsurile pentru perfecţionarea proceselor tehnologice şi pentru introducerea procedeelor tehnologice moderne, în special în industria petroliferă, în metalurgia feroasă şi neferoasă şi în industria construcţiilor de maşini.

SARCINILE CELUI DE AL DOILEA PLAN CINCINAL CU PRIVIRE LA CREŞTEREA PRODUCTIVITĂŢII MUNCII ŞI REDUCEREA PREŢULUI DE COST

Creşterea productivităţii muncii în toate ramurile economiei naţionale constituie una din sarcinile fundamentale ale celui de-al doilea plan cincinal, o condiţie de bază în lupta pentru dezvoltarea forţelor de producţie ale ţării şi pentru ridicarea bunei stări a celor ce muncesc.

Potrivit Proiectului de Directive, productivitatea muncii trebuie să crească cu cel puțin 45—50% în industrie, cu 50—55%, în construcții și cu 40—45% în sectorul agricol de stat.

Din totalul sporului producției industriale prevăzut pentru al doilea plan cincinal, 75—80% trebuie obținut pe seama creșterii productivității muncii. Baza trainică a creșterii productivității muncii o constituie dezvoltarea multilaterală a progresului tehnic, perfecționarea organizării producției, ridicarea nivelului cultural și tehnic al muncitorilor, tehnicienilor, inginerilor și organizarea mai bună a întrecerii socialiste *(aplauze)*.

In conformitate cu aceasta, trebuie introduse cu mai mult curaj tehnica nouă și tehnologia modernă în producție și luate măsurile necesare pentru îmbunătățirea organizării muncii și a producției.

Trebuie luate măsuri practice organizatorice pentru generalizarea metodelor avansate de muncă și a experienței fruntașilor în producție, pentru îmbunătățirea organizării schimbului de experiență între întreprinderile fruntașe și cele rămase în urmă din punct de vedere al nivelului tehnic și al organizării producției, precum și pentru stimularea mișcării de masă a inovatorilor și raționalizatorilor.

Normele tehnice vor fi elaborate, ținîndu-se seama de tehnica existentă și de tehnica nouă care se introduce în întreprinderi, de creșterea gradului de mecanizarea și automatizare a proceselor tehnologice, de îmbunătățirea organizării producției, de ridicarea nivelului de calificare a muncitorilor și de introducerea pe scară largă a metodelor avansate de muncă ale fruntașilor.

Revizuirea periodică a normelor se va face cu mobilizarea colectivelor întreprinderilor, prin atragerea fruntașilor și specialiștilor cu pregătire tehnică și experiență bogată de producție.

Organizațiile de partid sînt datoare să îndrumeze și să controleze cum se ocupă direcțiile întreprinderilor și comitetele sindicale de îmbunătățirea normelor și reducerea prețului de cost.

Pe baza introducerii tehnicii noi, a perfecționării proceselor de producție și a normării tehnice, a îmbunătățirii activității și ieftinirii aparatului de stat, central și local, precum și a aparatului administrativ din sectoarele de producție și de deservire, va trebui să se realizeze economii de forțe de muncă în vederea asigurării acoperirii necesarului sectoarelor care duc lipsă de brațe de muncă.

Un factor de seamă al dezvoltării neîntrerupte a economiei naționale și al ridicării nivelului de trai al celor ce muncesc, îl constituie reducerea prețului de cost. In legătură cu aceasta, Proiectul de Directive arată că reducerea continuă și sistematică a prețului de cost al producției în industrie, transporturi, construcții, agricultură, circulația mărfurilor, trebuie să fie considerată ca una dintre sarcinile centrale ale celui de-al doilea cincinal.

Prețul de cost trebuie să fie redus în anii cincinalului cu cel puțin 15—20% în industria republicană, cu cel puțin 10% în transporturi, iar în construcții cu cel puțin 20% față de prețul de deviz al anului 1955, în S.M.T. — cu cel puțin 34% față de prețul de cost efectiv din anul 1955, iar al principalelor produse ale G.A.S. (cereale, lapte de vacă, struguri, carne de porcine) în medie cu cel puțin 12,5% față de prețul de cost planificat pe anul 1955.

Cheltuielile de circulație vor trebui micșorate cu cel puțin 20% față de nivelul anului 1955.

Indeplinirea sarcinilor cu privire la reducerea prețului de cost impune necesitatea mobilizării însemnatelor rezerve ale reducerii cheltuielilor de producție și circulație existente, înfăptuirea cu fermitate a regimului de economie *(aplauze)*.

Este necesar ca, pe lîngă ridicarea productivității muncii, în vederea reducerii prețului de cost să se asigure o cheltuire economicoasă a resurselor materiale, bănești și de muncă, să se folosească în mod rațional și cu socoteală mijloacele statului și să se manifeste o grijă deosebită pentru îmbunătățirea activității financiare și economice a întreprinderilor. Aceasta înseamnă că trebuie să se înfăptuiască cel mai sever regim de economii, să se intensifice lupta împotriva rebuturilor, a cheltuielilor neproductive, să se folosească unele tipuri de materiale economicoase, să se folosească pe scară largă înlocuitori corespunzători pentru materialele scumpe și deficitare.

SARCINILE ENERGETICII IN R.P.R. LA INCEPUTUL CELUI DE AL DOILEA PLAN CINCINAL 1956 — 1960

Ing. GH. CIOARĂ
Ministrul Energiei Electrice și Industriei Electrotehnice

Odată cu începutul anului 1956 începe o nouă și importantă perioadă de activitate pentru electrificarea Republicii Populare Romîne, pentru satisfacerea necesităților mereu crescînde de energie electrică în industrie și în traiul zilnic.

Sarcinile care stau înaintea energeticienilor noștri în acest scop, sînt arătate în Directivele Congresului al II-lea al Partidului Muncitoresc Romîn, cu privire la cel de al doilea plan cincinal de dezvoltare al economiei naționale.

Astfel, în timp ce în perioada 1949—1955 s-a instalat în centralele electrice din R.P.R. o putere totală de 540 MW, în cursul celui de al doilea cincinal se prevede un spor al puterii instalate în centrale electrice de circa 700 MW, din care 200 MW în centrale hidroelectrice. De asemenea, efortul în domeniul construcțiilor de rețele va spori, în special în ceea ce privește liniile de tensiuni mai înalte, de 110 și 35 kV, în care domeniu, efortul va crește de la circa 2 200 km, în perioada 1949—1955, la circa 3 200 km în al doilea cincinal.

Pentru a se putea mări și mai mult în continuare, în al treilea cincinal, puterea instalată în centrale hidroelectrice, va trebui să se efectueze în perioada 1956—1960 un număr mare de studii tehnico-economice pentru amenajări energetice, ale apelor, pe cît posibil în cadrul folosirii integrale a acestora, — cu amenajări simultane pentru irigație și navigație.

De asemenea, o problemă importantă o formează studiul utilizării celei mai raționale a combustibililor în viitoarele centrale termoelectrice din țara noastră, în legătură cu folosirea complexă energo-chimică a diferitelor sorturi de combustibili, — dîndu-se totodată o deosebită atenție problemei termoficării industriale și urbane, pentru o utilizare cît mai completă a combustibililor.

Pentru o creștere rapidă a productivității muncii în ramura energetică, se impune o dezvoltare a mecanizării, atît în ceea ce privește manipularea combustibililor solizi în centralele termoelectrice, cît și în efectuarea reparațiilor la agregatele și instalațiile energetice. In același scop, se contează pe o dezvoltare a automatizării, atît în instalațiile termoenergetice, cît și în cele electroenergetice, care în același timp vor contribui la asigurarea continuității lor de funcționare. Tot pentru asigurarea funcționării în condiții optime a sistemelor energetice, se prevede o interconectare a centralelor electrice industriale, într-o proporție de 80—85% pînă în anul 1960.

O importanță deosebită se acordă economiilor de energie de orice fel, precum și reducerii puterilor indisponibile în centralele electrice existente, realizările reduse în acest domeniu în ultimii ani, constituind o serioasă rămînere în urmă a energeticii noastre.

În acest scop se va dezvolta folosirea parametrilor ridicați ai aburului în centralele termoelectrice din R.P.R., urmînd să fie aplicați la cel puțin 40—45% din puterea acestora, pînă în 1960.

Totodată, se vor studia și aplica măsurile raționale din punct de vedere tehnico-economic, pentru reducerea consumurilor specifice de combustibili în centralele termoelectrice și reducerea consumurilor proprii tehnologice în toate centralele electrice și reducerea pierderilor de energie electrică în rețelele electrice.

In aceiași categorie de măsuri se așează și reducerea consumurilor de energie electrică și termică în industrii, precum și ameliorarea factorului de putere în centrele de consum pentru reducerea pierderilor de energie în rețele și a puterii grupurilor generatoare instalate în centrale termoelectrice noi, — prevăzîndu-se în 1960 un factor de putere mediu global pe țară, mai mare decît 0,75.

Trebuie făcute eforturi serioase pentru înlăturarea cauzelor de avarii în toate instalațiile energetice printr-o temeinică pregătire a personalului de exploatare.

La baza tuturor preocupărilor pentru realizarea programului expus mai sus, trebuie însă să stea ridicarea nivelului tehnic al exploatărilor energetice, și în special introducerea și dezvoltarea în producția acestora, a tehnicii noi și avansate.

Revistei Energetica, îi revine un rol din cele mai importante în toate problemele menționate mai sus, prin contribuția ce trebuie să aducă la lămurirea lor și în special la difuzarea metodelor și măsurilor de tehnica nouă de introdus în industria energetică, utilizîndu-se în special experiența în acest domeniu a Uniunii Sovietice.

Trebuie făcut în consecință un călduros apel la lucrătorii din ramura energeticei, ca să colaboreze la aceste dezbateri de probleme, atît prin expunere de documentații teoretice și practice asupra lor, menite să deservească aceleași scopuri, de dezvoltare a tehnicii noi pentru desăvîrșirea construirii socialismului și creșterea nivelului de trai al poporului muncitor.

SITUAŢIA ENERGETICĂ MONDIALĂ

I. RESURSE ENERGETICE—REZERVE ŞI EVOLUŢIA CONSUMULUI

Conf. ing. IOAN D. STĂNCESCU

In pragul intervenţiei energiei nucleare ca unul din viitorii factori de bază ai balanţei energetice generale, se face o expunere de ansamblu a situaţiei energetice mondiale. In articolul de faţă se tratează rezervele şi evoluţia consumului de resurse energetice, urmînd ca în numărul viitor să se prezinte balanţa energetică mondială şi consideraţii de perspectivă în ceea ce priveşte cererile de energie şi posibilităţile de acoperire.

Intr-o epocă, în care consumul de energie de toate formele se desvoltă într-un ritm atît de susţinut, încît a stîrnit legitime îngrijorări în ceea ce priveşte posibilităţile de a-i face faţă din sursele de energie aşa zise clasice de pe glob, este de un interes deosebit a examina în linii mari situaţia energetică mondială, atît ca evoluţie şi stare actuală dar mai ales ca perspective.

Dat fiind momentul acestei examinări, se înţelege de la sine că pentru viitor trebuie ţinut seama de intervenţia energiei nucleare în balanţa energetică mondială. Dacă în privinţa intervenţiei în sine nu mai încap îndoieli, problema ritmului introducerii şi a ponderii acestei noi surse de energie în balanţa generală, respectiv, în diferitele regiuni de pe glob, constituie un subiect asupra căruia se va mai discuta încă mult. De aceea el nici nu va fi abordat mai larg în acest cadru. Trebuie însă recunoscut, că tocmai datorită apariţiei acestei noi surse de energie, examinarea situaţiei energetice mondiale a devenit atît de actuală şi că, mai ales din preocupările în legătură cu folosirea ei, s-a sistematizat de foruri naţionale şi internaţionale bogatul material documentar, de care se foloseşte în cea mai mare parte articolul de faţă.

1. Scurt istoric al folosirii energiei

După unele aprecieri geologice, formarea zăcămintelor de cărbuni şi de petrol a început de vreo 300 milioane de ani. Cele mai vechi informaţii despre folosirea cărbunilor datează din China, în preajma anului 1100 înaintea erei noastre. Ca alte forme de utilizare a energiei în antichitate sînt de menţionat folosirea forţei vîntului la corăbiile cu pînze de către fenicieni şi folosirea forţei apelor de către romani. Heron din Alexandria a fost foarte aproape de a reuşi să transforme căldura în lucru mecanic.

A urmat epoca întunecată a evului mediu, deşteptarea ştiinţei şi tehnicii, care în secolele XV—XVII învinge prejudecăţile care au ţinut atît timp înlănţuite forţele creatoare ale minţii omeneşti, şi în fine secolul al XVIII-lea, care este secolul primelor mari descoperiri tehnice. In acest secol apar primele maşini în industria textilă, maşina cu abur, începe dezvoltarea siderurgiei şi a industriei carbonifere. In secolul al XIX-lea dezvoltarea continuă : în 1825 apare locomotiva, în 1827 primul vapor cu maşină cu abur trece Atlanticul, în 1866 se descoperă generatorul şi motorul electric, în 1882 are loc primul transport de energie electrică la 37 km în curent continuu, iar în 1891 primul transport în curent alternativ la 170 km; în 1884 apare turbina cu abur, în 1885 primul automobil circulă pe stradă, iar în 1903 se ridică primul avion.

Impetuoasa dezvoltare a tehnicii în secolul nostru este prea prezentă pentru a mai insista asupra ei. Este însă totuşi interesant de relevat, că omul după ce a trăit aproape un milion de ani din produsele curente ale naturii, şi-a dezvoltat în ultimii 250 ani un fel de a trăi şi a munci, care face un apel din ce în ce mai mare şi depinde din ce în ce mai mult de rezervele de energie pe care natura i le-a acumulat de atîta vreme.

2. Clasificarea surselor de energie

Inainte de a trece la analiza datelor statistice relative la situaţia energetică mondială, este indicat a face o scurtă prezentare a clasificării surselor de energie, folosită în majoritatea rapoartelor statistice internaţionale. Această clasificare s-a cristalizat atît din convenienţa unei obţineri mai uşoare şi sistematizate a unei părţi din datele statistice necesare, cît şi din folosul efectiv oferit de prelucrarea şi prezentarea corespunzătoare a datelor rezultante.

In acest spirit, sursele de energie sînt împărţite în două mari grupe :

— surse de energie *convenţionale*, şi

— surse de energie *neconvenţionale*.

Denumirea de surse de energie *comerciale*, ce se întîlneşte în unele limbi străine, ni se pare şi mai puţin adecuată în limba noastră, în care vom păstra, din motive convenţionale, prima denumire.

Ca surse de energie *convenţionale* sînt considerate : cărbunii superiori şi ligniţii, petrolul, gazele naturale şi energia hidraulică.

In grupa surselor de energie *neconvenţionale* se deosebesc în mod tacit două categorii de surse şi anume :

a). In statistici pentru trecut, actuale şi în aprecierile de viitor, dacă nu se face o altă menţiune, se înţeleg ca intrînd în această grupă : lemnele de foc, deşeurile lemnoase, orice alţi combustibili vegetali. Tot aci se încadrează de obicei şi energia animală şi umană, adică aportul forţei animalelor şi a omului. Citeodată se include în această grupă şi turba.

b). In a doua categorie se grupează, mai puţin în statistici dar mai ales în aprecieri şi consideraţiuni de viitor, sursele de energie

încă foarte puțin sau deloc folosite : energia eoliană, energia mareelor, energia ce s-ar putea obține din folosirea diferenței de temperaturi a apei mărilor, energia telurică, energia solară etc.

In ceea ce privește cea mai nouă sursă de energie, *energia nucleară*, aceasta nu apare încă în statistici pe trecut, iar pentru considerațiile de viitor, dat fiind excepționala ei importanță, este tratată cu totul separat.

3. Rezervele mondiale de energie

Pentru o prezentare de ansamblu a rezervelor mondiale de energie, se va folosi, dat fiind mărimea acestora, noua unitate propusă pentru energie [2] :

$$1\ Q = 10^{18}\ \text{BTU} = 2{,}52.10^{17}\ \text{kcal} = 2{,}93.10^{14}\ \text{kWh} \approx 3.10^{14}\ \text{kWh}.$$

Trebuie spus de la început, că estimațiile publicate asupra rezervelor mondiale de energie diferă apreciabil între ele și chiar ordinea de mărime nu corespunde cîteodată. De aceea, chiar în cadrul de față, în care nu se intenționează cîtuși de puțin o prezentare completă a acestei probleme, ci numai o primă informare de ansamblu, pe lîngă indicarea precisă a bibliografiei folosite, se va cita, spre comparație, de la caz la caz și cifre care exprimă păreri mult diferite.

Exprimate în noua unitate, rezervele totale de *cărbuni* sînt apreciate la cca 70 Q, din care numai cca 30 Q sau chiar numai 8 Q ar fi exploatabile în condiții economice [3]. Alți autori [4] apreciază rezervele exploatabile la 83 Q, rezervele totale fiind presupuse la mai mult decît dublu.

Rezervele de *petrol* și *gaze* ar însuma cca 6 Q din care numai 0,4 Q ar fi economic exploatabile, [3], în timp ce alte aprecieri [4] indică 8 Q ca rezerve exploatabile.

Forțele hidraulice ale tuturor cursurilor de apă de pe glob ar însuma teoretic 8 Q anual. Cele mai bune aprecieri ale potențialului practic amenajabil nu trec însă de 0,02 Q pe an [3].

Celelalte surse : energie solară, eoliană și căldura telurică nu au ajuns încă să poată fi folosite într-o măsură importantă. Pe baza posibilităților actuale de apreciere contribuția lor în viitor ar putea fi numai de ordinul a 0,6 Q pe an [3].

In schimb, rezervelor de uraniu exploatabile în condiții economice le-ar corespunde un potențial de 1 700 Q, la care s-ar adăuga cca 70 Q din zăcămintele de thoriu. Ținînd seama de pierderi și transformări, potențialul energiei nucleare disponibile în viitor ar fi de ordinul 1 500 Q [3].

După această prezentare în mare a rezervelor mondiale de energie, din care este de reținut ponderea mare a cărbunilor în cadrul surselor exploatate pînă acum, importanța deosebită a rezervelor energiei nucleare pentru viitorul apropiat și rezerva, probabil mai mare decît se poate aprecia prin prisma cunoștințelor de pînă acum, a folosirii energiei solare pentru viitorul îndepărtat [5], se redă în tabela 1, un bilanț general al rezervelor mondiale de energie din sursele folosite pînă în prezent. Acest bilanț a fost întocmit și prezentat de departamentul pentru probleme economice și sociale al Organizației Națiunilor Unite în cadrul unui raport [6] la Conferința internațională pentru utilizarea energiei atomice în scopuri pașnice, ținută la Geneva în 1955.

In tabelă sînt trecute atît cifrele totale relativ la diferitele resurse cît și cele indicînd repartiția respectivă pe principalele regiuni de pe glob. Rezervele au fost exprimate ca și în datele statistice [6] în kWh, pentru combustibili ținîndu-se seama de întreaga putere calorifică, după următoarele relații :

cărbune superior...8,0 kWh/kg țiței... 12,0 kWh/kg
cărbune brun și lignit 2,5 kWh/kg gaze naturale 10,6 kWh/Nm³

Pentru a putea totaliza rezervele și a pune în evidență repartiția lor, s-a considerat în mod convențional pentru sursele de energie hidraulică, care sînt de fapt surse inepuizabile energia anuală înmulțită cu 1 000.

Raportînd rezervele totale de energie, care includ rezervele de energie de orice fel, la numărul de locuitori menționat în prima coloană, s-au determinat rezervele de energie pe locuitor pentru principalele regiuni de pe glob și ca medie mondială.

Tabela 1

Rezervele mondiale de cărbuni superiori : lignit, petrol, gaze naturale, energie hidraulică și celelalte rezerve de energie, exprimate în 10^{12} kWh[5]) [4]

	Populația (iulie 1953) milioane loc.	Cărbuni [1]) superiori	Lignit [1])	Total combustibili solizi	Petrol [2])	Gaze naturale [3])	Energie hidraulică	Energie totală		
								10^{12} kWh [4]	%	10^6 kWh/loc.
Africa	211,2	613	0,6	614	0,2	—	1,5	2.145	5,7	10,1
America	347,8	11.299	1.272	12.571	72	66	0,9	13.771	36,6	39,6
din care S.U.A.	159,6	10.424	1.051	11.475	47	63	0,2	11.857	31,8	74,9
Asia	1.435,6	3.169	22	3.191	131	0,8	1,2	4.552	12,3	3,1
Europa	401,3	4.675	431	5.106	2	3,5	0,5	5.711	15,2	14,2
Oceania	13,7	135	105	240	0,1	—	0,05	287	0,8	20,9
U.R.S.S.	207,0	9.920	527	10.447	16	10	0,4	11.045	29,4	53,3
Total mondial . .	2.616,6	29.813	2.359	32.172	222,7	81,3	4,7	37.513	100	14,3

[1]) rezerve sigure și probabile [2]) rezerve sigure [3]) în zăcăminte în exploatare [4]) incluzînd energia hidraulică × 1000 [5]) la combustibili s-a ținut seama de întreaga putere calorifică

Dat fiind importanța lor, se relevă în tabela 2 cifrele globale, care pentru o mai ușoară comparație cu alte estimațiuni, se redau și în tone combustibil covențional, Q și în %.

Tabela 2

Rezervele mondiale de energie exprimate în diferite unități și ca repartiție procentuală

Sursa de energie	10^{12} kWh	miliarde t.c.c. [1]	Q	%
Combustibili solizi (reverve sigure și probabile)	32.172	4.043	110	85,8
Combustibili lichizi (rezerve sigure)	222	27,8	0,76	0,6
Gaze naturale (rezerve în zăcăminte în exploatare)	81	10	0,28	0,2
Energie hidraulică (producție pe 1000 ani)	4.749	594	16,2	12,6
Total (incl. rezerve din alte surse)	37.513	4.689	128	100

Nu este cazul a comenta mai pe larg cifrele din tabela 1 și 2 care, mai ales că s-a introdus și repartiția procentuală, vorbesc de la sine. Sînt totuși de făcut următoarele observații:

a). Nu există o concordanță în ceea ce privește cifrele totale pentru diferitele surse de energie, între cifrele tabelei și cele citate la începutul acestui capitol și exprimate în *Q*. Aceasta nu se datorește numai situației deja menționate că aprecierile în acest domeniu sînt dificile și deseori subiective, ci și faptului că unele cifre se referă la rezerve de diferite categorii. De exemplu în tabela 1 pentru combustibili solizi sînt prezentate rezervele sigure și probabile, pentru combustibili lichizi cele sigure, pentru gazele naturale numai cele din zăcămintele în exploatare, în timp ce cifrele anterioare se refereau la rezervele totale sau cota socotită din acestea ca economic exploatabilă. Dar tocmai din cauzele acestea s-a găsit interesant a se prezenta date din surse diferite, cu atît mai mult cu cît în literatura de specialitate se întîlnesc și alte aprecieri diferind substanțial de cele aci redate [7]. Dar, după cum s-a arătat deja inițial, în acest cadru în care contează numai ordinea de mărime, ponderea relativă și repartiția în mare pe glob a acestor rezerve, nu este necesară o adîncire critică a diferențelor relevate. Dacă aceasta interesează, ea poate fi urmărită pe baza bibliografiei indicate, care la rîndul ei conține referințe foarte bogate asupra altui material documentar.

b) Situația rezervelor nu cuprinde date globale și nici de repartiție asupra zăcămintelor de uraniu și thoriu. S-a accentuat însă că problema energiei nucleare nu poate fi atacată mai documentat în acest cadru, însă ordinea de mărime impresionantă a rezervelor citate pentru această nouă formă de energie și posibilitățile practic nelimitate de transport, sînt elemente suficiente pentru orientarea aici urmărită.

c) Din cotele procentuale rezultă ponderea categorică a rezervelor de cărbuni între resursele energetice folosite pînă acum; această pondere este de fapt și mai mare decît cifra indicată, deoarece cota calculată pentru energia hidraulică și care reiese din modul covențional cu care această formă de energie, care se reînoește în permanență, a fost introdusă în bilanțul rezervelor, nu este concludentă în această privință. De asemenea este de subliniat lipsa de corelație între mărimea diferitelor regiuni de referință și a populației respective și repartiția procentuală a rezervelor de energie.

d) Nu numai din aprecierea lor atît de nuanțată, cifrele relative la rezervele diferitelor surse de energie nu sînt direct concludente în ceea ce privește disponibilitățile în viitor. Sînt de o mare importanță în această privință posibilitățile efective de mărire a aportului fiecăreia într-o anumită perioadă.

Astfel cantitățile de *cărbuni*, ce se pot extrage anual, sînt finalmente limitate. Progresul tehnicii extractive va fi probabil în parte compensat de adîncirea continuă a straturilor, din care cauză, la un moment dat, deși există încă rezerve suficiente, ele nu vor putea face față apelului mărit față de această resursă energetică. Pe de altă parte, cărbunii sînt din ce în ce mai solicitați ca materii prime, ceea ce va reduce corespunzător cantitățile disponibile pentru scopuri energetice în viitor.

In ceea ce privește *petrolul* și *gazele naturale* condiții limitative în folosirea lor apar mai puțin din cauza condițiilor de extracție cît din cauza posibilităților de transport.

Măsura în care se va putea pune în valoare *energia hidraulică* depinde de o serie întreagă de factori tehnici și economici, în special de progresul tehnicii, de gradul de amenajare existent al surselor regiunii respective, de mărimea efortului de investiție și de durata lungă de construcție a uzinelor hidroelectrice în raport cu alte centrale electrice.

e) Rezervele de energie sînt foarte inegal repartizate pe glob. Dar ceea ce nu reiese din tabela 1 este faptul că și consumul de energie este deasemenea neegal repartizat și că în multe regiuni apar contraste izbitoare între resurse și necesități. De ex.: Africa posedă 30% din resursele hidraulice mondiale, dar a consumat în 1952 numai 0,4% din energia produsă în CHE pe glob. Or, corectarea acestor situații prin transport de energie nu este posibilă decît parțial, transportul la distanțe mari fiind relativ foarte scump.

f) Rezervele de energie raportate pe locuitor variază de asemenea esențial. Indicii globali cei mai ridicați apar pentru America de Nord respectiv U.R.S.S., ambele regiuni cu cifre mult peste media mondială, deși în ceea ce

[1]) Se observă că în timp ce 1 kg de combustibil convențional are o putere calorifică de 7000 kcal /kg, din factorii de transformare utilizați pentru tabela 1, un kg cărbune superior este presupus cu 8 × 860 = 6880 kcal; de aci diferențe de calcul.

privește resursele hidraulice ele sînt relativ mai slab dotate. Valoarea medie pentru Europa, care dispune de surse hidraulice relativ importante se situează foarte aproape de media mondială.

4. Evoluția consumului mondial de energie brută

Interesant ar fi de urmărit evoluția consumului mondial de energie atît ca energie brută sau primară cît și ca energie utilă, adică sub formele finale de consum. Datele statistice existente,

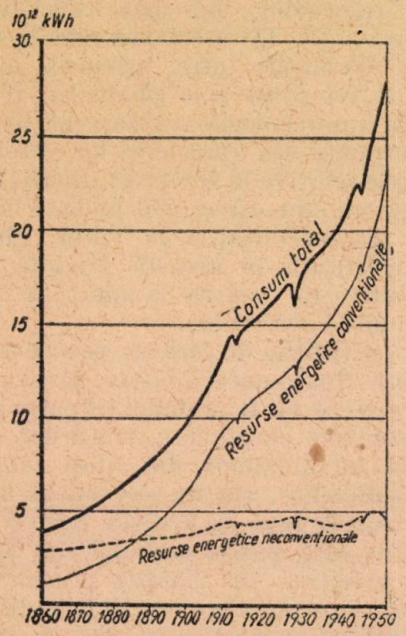


Fig. 1. Evoluția consumului mondial de energie brută și repartiția sa pe resurse energetice convenționale resp. neconvenționale

mai ales cele care se referă la perioade mai îndepărtate din trecut, nu permit însă acest lucru. De aceea, în cadrul acestui capitol, se va prezenta numai evoluția consumului de resurse energetice, adică consumul de energie brută atît ca cifră globală cît și ca structură. In fig. 1, resp. fig. 2 se redă mai întîi evoluția consumului global și structura sa după resurse energetice convenționale și neconvenționale, în perioada 1860—1953. [4, 6, 8].

Pentru a pune și mai bine în evidență schimbarea fundamentală a structurii consumului, în tabela 3 este redată repartiția procentuală în decursul timpului pe cele două grupe de rezerve energetice.

Este de remarcat cota rapid crescîndă cu care intervin resursele energetice convenționale în cursul acestei perioade, pentru a ajunge la o poziție predominantă în ultimele decenii. Dat fiind această situație și interesul crescînd ce-l prezintă în special evoluția consumului de energie din sursele convenționale, ne vom ocupa mai îndeaproape de această grupă de resurse energetice.

In fig. 3 este redat acest consum atît ca valoare totală cît și ca structură după diferitele surse : cărbuni superiori și lignit, petrol și gazolină, gaze naturale și energie electrică din resurse hidraulice. De observat că în cadrul datelor statistice folosite, energia electrică obținută din energia apelor este considerată ca resursă

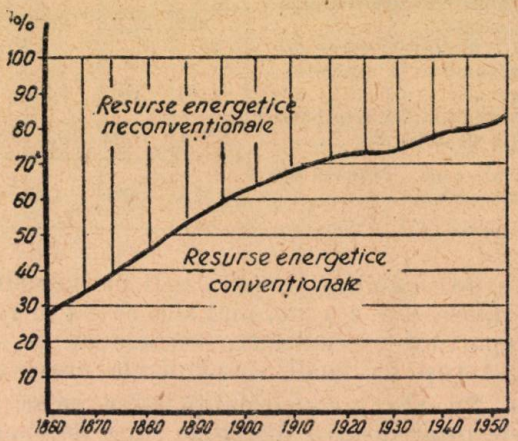


Fig. 2. Structura procentuală a consumului mondial de energie brută pe categorii de surse.

energetică primară, făcîndu-se abstracție de randamentul transformării energiei hidraulice în energie electrică, care este drept, față de celelalte randamente energetice, este foarte ridicat.

După cum se vede, din 1860 cosumul mondial de energie brută, din resurse energetice convenționale, a crescut de la 1,1 mrd. kWh la 23,4 ,mrd kWh în 1953, ceea ce corespunde unei creșteri medii anuale de 3,25%.

In afara primei mari perioade 1860—1913 în care, cu neînsemnate excepții, se constată o creștere continuă cu o medie anuală pe acest interval de 4,5%, perioada după primul război mondial marchează 3 întreruperi masive a creșterii. Aceste intervale de stagnare sau declin corespund : primului război mondial 1913—1919, marei crize economice 1929—1932 și celui de al doilea război mondial. Intre aceste perioade sînt reveniri masive ale creșterii : 4% ca medie anuală între 1919-1929, resp. 5% între 1932—39 și chiar, 5,5% între 1945—1953.

In cursul perioadei analizate se constată schimbări esențiale în ponderea diferiților combustibili ; pentru a le pune mai bine în evidență, în tabela 4 și fig. 4 este redată cota procentuală

Tabela 3

Evoluția structurii procentuale a consumului mondial de energie brută în intervalul 1860—1953

Anul	1860	1870	1880	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1953
Rezerve energetice neconvenționale	72,6	64,6	55,7	46,7	37,5	32,0	27,3	26,6	21,1	20,2	16,3
Rezerve energetice convenționale .	27,4	35,4	44,3	53,3	62,5	68,0	78,7	73,4	78,9	79,8	83,7

a participării fiecăruia din combustibili respectiv a energiei electrice din sursele hidraulice față de totalul anual respectiv.

De remarcat scăderea masivă a ponderii cărbunilor, care interveneau cu o cotă de peste 90% pînă la primul război mondial la numai 57% în 1953. In schimb, petrolul și gazele naturale ajung la 30,1% resp. 12,0% în 1953, în urma creșterii foarte mari din ultimele decenii. Această evoluție se datorește în special influenței ponderii consumului din America, unde în ultimele decenii cota combustibililor lichizi și gazoși a crescut masiv. Astfel, în S. U. A, structura balanței energetice în 1952 era : cărbuni 34%, petrol 39,4% și gaze naturale 22,5%. [9] In schimb însă, de ex. în U.R.S.S. între 1929 și 1950 cota cu care intervin în balanța globală combustibilii solizi a crescut de la 60,5% la 79,5% datorită politicii energetice de promovare a consumului de combustibili inferiori.

Tabela 4.

Structura procentuală a consumului mondial de energie brută din sursele convenționale [6]

Anul	Cărbune superior %	Lignit %	Petrol %	Gaze naturale %	Energie elec. din surse hidraul. %	Consum total 10^{12} kWh
1860	98,0	1,4	—	—	0,6	1,08
70	97,2	1,8	0,5	—	0,5	1,67
80	95,6	2,2	1,6	—	0,6	2,62
90	93,5	2,4	2,7	1,0	0,4	4,06
1900	92,0	2,9	3,5	1,2	0,4	6,09
1910	90,0	2,9	5,1	1,7	0,3	9,39
20	84,5	3,5	9,1	2,3	0,6	11,30
30	74,5	3,8	16,2	4,4	1,1	13,05
40	69,0	5,0	19,3	5,5	1,2	15,88
50	56,7	4,4	29,1	10,2	1,6	20,56
1953	51,3	4,8	30,1	12,0	1,8	23,37

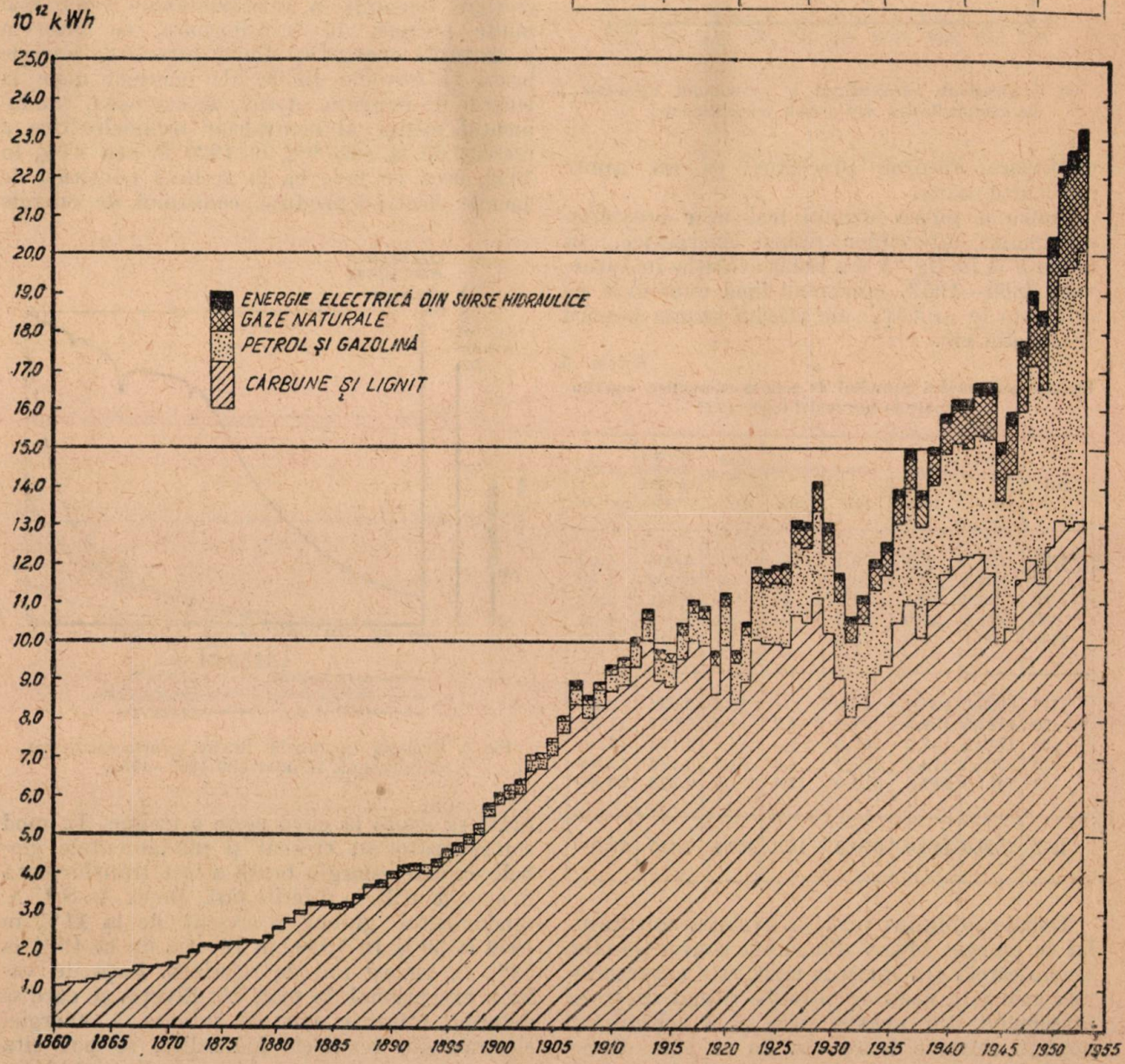


Fig. 3 Evoluția consumului mondial de energie brută din resurse energetice convenționale în perioada 1860—1953 [8].

Energia hidraulică, cu toate amenajările hidroelectrice importante realizate între timp şi cu toate că îşi triplează în acest interval cota de

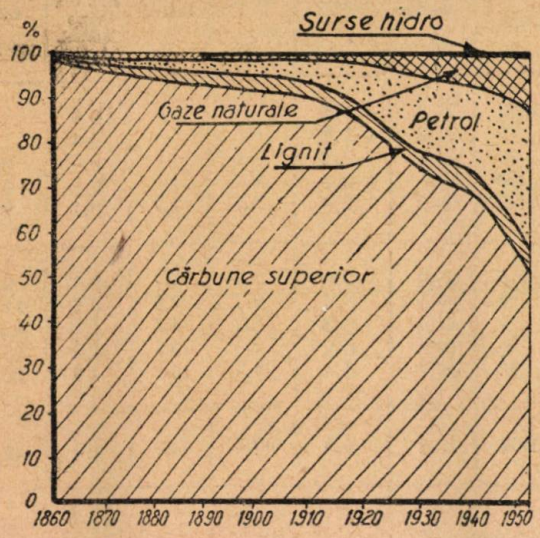


Fig. 4. Structura procentuală a consumului mondial de energie brută din sursele convenţionale.

participare, rămîne procentual cu un aport încă foarte redus.

Pentru a putea urmări mai uşor creşterea consumului diferitelor resurse energetice, în tabela 5 şi în fig. 5 s-a redat evoluţia în intervalul 1860—1953, consumul fiind exprimat de astă dată în unităţile de măsură uzuale pentru fiecare din ele.

Tabela 5

Evoluţia consumului mondial de resurse energetice convenţionale în intervalul 1860—1953

Anul	Cărbuni superiori 10^6 t	Lignit 10^6 t	Petrol 10^6 t	Gazolină 10^6 t	Gaza naturale 10^9 Nm^3	Energie electrică din CHE 10^{12}kWh	Total 10^{12}kWh
1860	132,1	6,1	0,1	—	—	0,006	1,08
70	203,5	12,2	0,8	—	—	0,008	1,67
80	313,9	23,1	4,1	—	—	0,011	2,62
90	474,6	38,9	10,5	—	3,8	0,013	4,06
1900	700,7	71,5	20,5	—	7,1	0,016	6,09
1110	1056,6	108,4	44,0	—	15,3	0,034	9,39
20	1192,5	157,5	99,2	1,2	24,0	0,064	11,30
30	1217,0	197,2	196,6	6,5	54,2	0,128	13,05
40	1363,0	319,2	292,0	6,9	81,8	0,193	15,88
50	1454,0	360,8	523,0	13,6	197,0	0,332	20,56
1953	1500,0	450,0	658,0	15,7	263,3	0,425	23,37

Trebuie subliniat însă, că evoluţia consumului de energie brută din sursele convenţionale, asupra căreia s-a insistat mult, este caracteristică numai în ceea ce priveşte ritmul creşterii consumului din aceste surse şi a schimbării ponderii relative între ele. Ea nu este direct concludentă pentru judecarea ritmului creşterii consumului de energie brută din toate sursele şi nici pentru aprecierea creşterii consumului global de energie utilă.

Intr-adevăr, creşterea consumului global de energie brută, după cum reiese de altfel şi din fig. 1, a avut loc într-un ritm ceva mai lent decît creşterea consumului de energie brută din sursele convenţionale, deoarece, mai ales în secolul trecut şi în primele decenii ale celui actual, a intervenit treptat o înlocuire a unor surse de energie neconvenţionale prin surse convenţionale. Astfel, înlocuirea lemnului de foc prin cărbuni, păcură sau gaze naturale, face ca o cotă a creşterii consumului de energie brută din aceste surse să nu se datorească unei creşteri a cererii globale, ci numai unei schimbări corespunzătoare de structură a consumului.

In ceea ce priveşte consumul global de energie *utilă*, evoluţia sa poate fi şi mai greu judecată după alura curbei din fig. 3, deoarece în decursul intervalului considerat a avut loc o creştere sensibilă a randamentelor celor mai multe procese de transformare, ce intervin în lanţurile energetice dintre sursele de energie brută şi formele finale ale energiei utile la locurile de consum. Astfel, de exemplu, randamentul mediu al centralelor termoelectrice a crescut de la sub 9% în 1920 la cca 24% în 1952, ceea ce face ca la aceleaşi cantităţi de energie electrică produse, consumul de energie

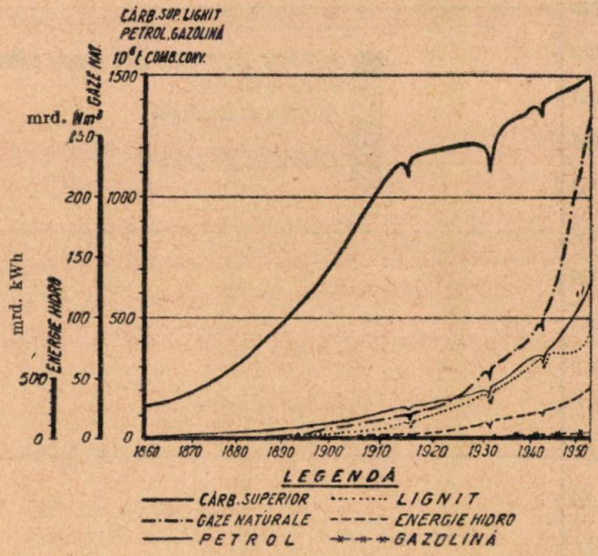


Fig. 5. Evoluţia consumului fiecărei resurse energetice convenţionale în intervalul 1860—1953.

brută să scadă la ceva peste o treime. In mod corespunzător au crescut şi randamentele globale cu care energia brută a fost transformată în energie utilă în diferite ţări. De ex. în S.U.A. randamentul global a crescut de la 11% în 1900 la 30% în 1950, în Elveţia de la 40% la 58% în aceiaşi ani de referinţă. Faţă de valorile excepţional de mari din Elveţia şi care se datoresc folosirii atît de intense a energiei electrice din resursele hidraulice, se pot cita valori foarte reduse ca: 6% în India şi 13% în Japonia pentru anul 1950 [6].

Față de această situație, se poate conchide că mai ales în ultimele decenii ale perioadei considerate, creșterea consumului mondial de energie utilă a fost sensibil mai mare decît ritmul de creștere al consumului de energie brută din sursele convenționale. In aceste condiții, admiterea pentru perioadele fără războaie sau crize economice a unui ritm mediu de creștere de 4—6% anual ar oglindi destul de fidel evoluția și ar putea servi și pentru aprecierile prin extrapolare la predeterminări de consumuri globale de energie utilă în viitor.

Nu se dispune de date corespunzător sistematizate care să permită urmărirea repartiției geografice a consumului mondial de energie în decursul timpului. Totuși, datele din tabela 6, deși limitate la ultimele decenii, dau oarecare informații asupra repartiției consumului total de resurse energetice pe principalele regiuni de pe glob, și asupra creșterii medii anuale a consumului pe cap de locuitor.

Tabela 6

Repartiția procentuală a consumului de energie în lume și cota medie de creștere a consumului pe cap de locuitor în intervalul 1938—1952 [6]

	% din total		Cota medie de creștere anuală a consumului de energie pe locuitor, în %
	1938	1952	
Africa	0,9	1,1	2,48
America	43,8	51,3	2,85
Asia	9,2	10,7	3,64
Europa	35,4	24,5	0,57
Oceania	0,9	0,9	2,47
U.R.S.S.	9,8	11,5	3,27

Este de remarcat contrastul între creșterile importante în toate regiunile de pe glob și ritmul lent la care s-a redus dezvoltarea consumului în Europa.

5. Evoluția producției de energie electrică

Energia electrică apare în cadrul energetic general numai ca o formă intermediară de energie. Aceasta rămîne valabil chiar dacă pentru balanțele aci prezentate s-a considerat energia electrică produsă din energia apelor ca o resursă energetică primară. Datorită posibilității ei de intercalare în toate lanțurile energetice cît și datorită calităților ei deosebite în ceea ce privește condițiile de transformare, transport și distribuție, energia electrică este chemată să ocupe o poziție cheie în balanța energetică globală. Cu tot acest rol calitativ

Tabela 7

Cota procentuală a energiei electrice față de consumul mondial de energie din surse convenționale

Anul:	1930	1940	1950	1953
%	2,0	3,0	4,3	5,4

preponderent, din punct de vedere cantitativ, energia electrică nu intervine însă decît cu o cotă foarte mică în ansamblul general. Această cotă, deși mică, prezintă însă un ritm impresionant de creștere în ultimele decenii. După cum rezultă din tabela 7, cota ei % față de consumul mondial de energie din sursele convenționale a crescut din 1930 aproape de trei ori.

In ceea ce privește evoluția producției de energie electrică în cursul timpului, în fig. 6

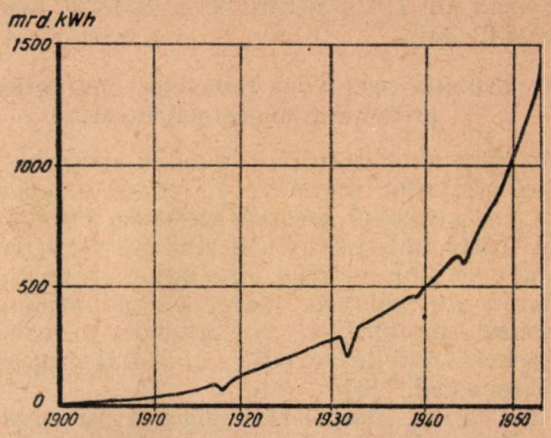


Fig. 6. Evoluția producției mondiale de energie electrică în intervalul 1900—1954 [4].

ea este redată pentru intervalul 1900—1954. De la o cifră de numai cca 9 miliarde kWh în 1900, producția mondială de energie electrică a crescut la aproape 1500 miliarde kWh anual în prezent, ceea ce înseamnă o creștere medie anuală de aproape 10%. Și este de remarcat că ritmul rapid de creștere se constată și în regiuni mai puțin dezvoltate economic dar și în cele mai dezvoltate. In orice caz, nu apar încă nicăieri semne de saturație pentru acest consum de energie, care în ultimele decenii s-a dezvoltat mai repede decît oricare altul.

Este interesant de urmărit și măsura în care energia electrică este produsă din energia inepuizabilă a apelor. In tabela 8 este redată cota procentuală a producției de energie electrică din centrale hidroelectrice, față de producția totală de energie electrică, atît ca cifră mondială cît și pe diferitele regiuni de pe glob.

Tabela 8

Cota procentuală a producției de energie electrică din centrale hidroelectrice față de producția totală de energie electrică [6]

Anul	1929	1937	1951	1952
Pe glob	43,5	40,7	35,0	34,6
Africa	2,8	7,3	10,0	9,2
America de Nord	45,8	43,5	32,5	32,5
Asia	72,4	76,0	71,0	70,0
Europa	39,9	38,0	38,0	37,0
Oceania	27,5	29,8	33,4	33,0
U.R.S.S.	7,0	18,0	14,0	16,0

După cum reiese din cifrele statistice prezentate, cota procentuală a energiei produse în centrale hidroelectrice este, ca cifră mondială, în continuă scădere. Aceasta se datorește faptului că în principalele regiuni industrializate

amenajarea de noi surse hidraulice nu mai poate ține pasul cu creșterea consumului de energie electrică. O creștere a acestei cote se constată în schimb în Africa și Oceania, respectiv în U.R.S.S. unde cu tot ritmul rapid al creșterii producției totale de energie electrică, accentul pus pe folosirea energiei apelor a făcut ca aportul centralelor hidroelectrice să crească continuu din 1929, pentru ca în 1955 să atingă o cotă de 25%.

6. Evoluția prețurilor resurselor energetice primare și al energiei electrice

In lipsa unor date de ansamblu asupra evoluției prețurilor mondiale ale resurselor energetice primare și al energiei electrice, care ar fi fost foarte imteresant a fi studiate și în comparație cu schimbările structurale importante suferite de balanța energetică mondială în decursul timpului, se vor prezenta în cele ce urmează indici de variație a nivelului prețurilor în cîteva țări. [4]

a) *Cărbuni.* Prețul cărbunilor, după cum reiese din tabela 9, a crescut apreciabil în decursul timpului și tendința de creștere este probabil să se mențină și în viitor în țările citate.

Tabela 9

Variația prețului cărbunilor loco mină în raport cu indicele mediu al prețurilor din țara respectivă (1937= 1,00)

Țara	Anglia	Belgia	Franța	Reg. Ruhr	SUA
1913	0,87	0,87	0,78	0,90	0,78
24	0,97	0,96	0,80	1,13	1,10
1937	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
46	1,54	0,80	1,23	—	1,26
1953	1,29	1,11	1,33	1,30	1,22

b) *Petrol și gaze naturale.* In S.U.A. în timp ce nivelul prețului țițeiului față de nivelul general al prețurilor a variat cu numai cîteva procente din 1913 și pînă acum, gazele naturale marchează o scădere a acestui indice de la 1,60 în 1924, față de 1,00 în 1937 la 0,72 în 1946 resp. 0,80 în 1953, ceea ce înseamnă și o ieftinire a prețului real al acestei resurse.

De altfel, dacă se ține seama că în mediu o tonă de combustibil lichid greu costă acum în principalele porturi ale ambelor țărmuri ale Oceanului Atlantic cam de două ori mai mult decît prețul unei tone de cărbune loco mină, și că primul combustibil are o putere calorifică mai mare și este mai economic în folosire, se înțelege ușor reducerea ponderii consumului de cărbune în aceste regiuni. Iar gazele naturale costă, raportate la unitatea de căldură, în S.U.A. numai 50% din prețul combustibililor lichizi, ceea ce, în condițiile date, explică de asemenea cota lor atît de mare (22,5% în 1952) în balanța energetică a acestei regiuni.

c) *Energia electrică.* In contrast cu tendința de creștere a prețului cărbunilor, cu constanța relativă a prețului combustibililor lichizi și cu cota descrescîndă a energiei electrice obținute din surse hidraulice în țările respective, nivelul relativ al prețului energiei electrice față de nivelul general al prețurilor este, după cum se vede din tabela 10, în continuă scădere.

Tabela 10

Variația prețului energiei electrice în raport cu indicele mediu al prețurilor din țara respectivă (1937 = 1,00

Țara	Anglia	Belgia	Franța (Paris)	SUA
1913	2,2	2,0	—	1,7
24	1,3	0,7	0,9	1,1
1937	1,00	1,00	1,00	1,00
47	0,7	0,5	0,4	0,6
1953	0,4	0,6	0,4	0,4

Evoluția favorabilă se datorește dezvoltării tehnice complexe intervenite în acest domeniu și este de reținut pentru discutarea balanțelor energetice de perspectivă.

★

ПОЛОЖЕНИЕ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Учитывая значение, ядерной энергии как одного из будущих основных факторов общего энергетического баланса, излагается в общих чертах положение мировой энергетики.

В настоящей статье рассматриваются резервы и эволюция потребления энергетических рессурсов, в следующем номере будет изложен баланс мировой энергетики и перспективные соображения касающиеся спроса энергии и возможностей его покрытия.

★

DIE ENERGETISCHE WELTLAGE

Beim Auftreten der Atomenergie als eine der ausichtsreichsten Quellen zur Deckung des schnell ansteigenden Energiebedarfes, ist es angebracht die energetische Weltlage in grossen Zügen zu beschreiben.

Der vorliegende Aufsatz bringt eine Ubersicht der Vorräte und der Entwicklung des Verbrauches der Energieträger. Im nächsten Heft sollen eine Darstellung der jetzigen Energiebilanz der Welt und Betrachtungen über die zukünftige Entwickelung des Energiebedarfes und dessen Deckungsmöglichkeiten folgen.

Consideraţii teoretice şi metode de calcul pentru ejectoare (I)

Prof. Dr. Ing. IOAN VLĂDEA

Se tratează din punct de vedere teoretic în mod unitar, toate tipurile de ejectoare, stabilindu-se metodele de calcul al acestora. In acest scop, se pleacă mai întîi de la teoria ejectorului supersonic cu gaz perfect, stabilindu-se metoda de calcul pentru acesta şi apoi se indică modificările ce urmează a fi aduse pentru cazul ejectorului cu gaze reale şi cu abur. Se dau de asemenea şi exemple numerice.

In această lucrare se tratează din punct de vedere teoretic problema funcţionării şi stabilirii dimensiunilor principale ale ejectoarelor. Pentru verificarea practică a rezultatelor obţinute pe cale teoretică, sînt în curs de execuţie experienţe pe modele de ejectoare în laboratorul de Termotehnică al Institutului Politehnic din Timişoara. Rezultatele acestor încercări experimentale, care vor permite stabilirea unor coeficienţi numerici de corecţie, vor forma obiectul unei noi comunicări.

1. Clasificarea ejectoarelor

Ejectorul serveşte pentru comprimarea sau numai antrenarea şi deplasarea unui fluid, folosind pentru aceasta energia cinetică obţinută prin destinderea într-un ajutaj a altui fluid cu parametrii iniţiali mai ridicaţi. El are cele mai variate utilizări, avînd marele avantaj că nu posedă piese în mişcare, iar uzura pieselor de ghidare a jeturilor de fluid este relativ mică. Funcţionarea lui este sigură, atunci cînd fluidele nu conţin impurităţi, care ar putea cauza astuparea orificiilor.

Fluidele utilizate în ejectoare au două roluri : *antrenant* şi *antrenat*. Atît fluidul antrenant cît şi cel antrenat pot fi gaze, vapori sau lichide, iar în unele cazuri se pot antrena chiar corpuri solide sub formă de granule mai mult sau mai puţin fine (praf de cărbune, grîu, nisip etc.). Fluidele utilizate depind în bună parte de rolul care i se acordă ejectorului, dar de multe ori şi de fluidul antrenant disponibil la locul de utilizare.

Dacă se iau în considerare vitezele din ajutajele sale, ejectorul se poate construi în trei moduri deosebite : *a*) ejector cu viteze supersonice, *b*) ejector cu viteze subsonice şi *c*) ejector mixt.

a) *Ejectorul cu viteze supersonice* se caracterizează prin faptul că în ajutajele sale se găseşte pretutindeni o viteză supersonică, cu excepţia secţiunii de intrare a fluidului antrenant şi a celei de ieşire a amestecului. Pentru a se obţine astfel de viteze, este necesar ca ejectorul să constea din două ajutaje convergent-divergente (fig. 1), în secţiunile minime ale cărora trebuie să se stabilească viteza sunetului în gazul antrenant, respectiv în amestec. In spaţiul dintre cele două secţiuni minime, deci şi în camera de amestec, viteza va fi supersonică, ceeace are ca urmare funcţionarea cu pierderi relativ mari, atît la curgerea propriu-zisă, cît şi la amestecarea celor două fluide. Aceste pierderi sînt sporite şi prin faptul că fluidul antrenat se apropie de camera de amestec totdeauna cu o viteză subsonică. Acest ejector poate însă creea în aval presiuni relativ ridicate, dacă este pus în condiţii de funcţionare corecte ca debit şi ca presiune iniţială pentru gazul antrenant.

b) *Ejectorul cu viteze subsonice* se utilizează

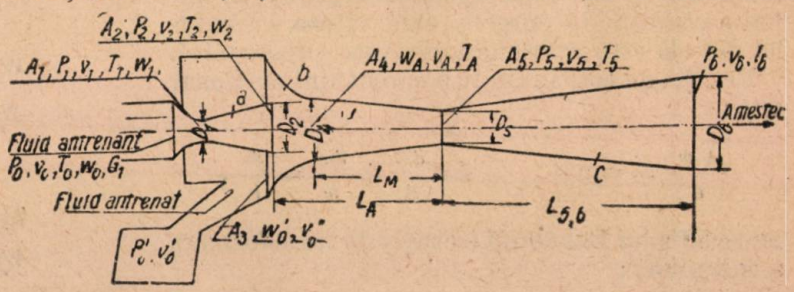


Fig. 1. Schema de principiu a ejectorului cu viteze suprasonice.
a – ajutajul Laval convergent-divergent al fluidului antrenant;
b – Camera de amestec; *c* – difuzor, constînd dintr-un ajutaj convergent-divergent.

în cazul lichidelor sau în cazul cînd menirea ejectorului este mai mult de-a antrena un fluid dintr-un spaţiu în altul şi cînd presiunea de aspiraţie a gazului antrenat nu diferă mult de cea de refulare. Un astfel de ejector se caracterizează printr-un ajutaj convergent-divergent pentru amestec (fig. 2). In tot cursul trecerii lor prin acest ejector, fluidele nu ating nicăieri viteza sunetului.

c) *Ejectorul mixt* se aseamănă constructiv cu ejectorul cu viteze supersonice. In acest caz însă numai fluidul antrenant atinge viteza supersonică în partea divergentă a ajutajului de Laval. Prin amestecul cu fluidul antrenat, viteza se reduce sub viteza sunetului în amestec, aşa că în difuzor (ajutajul convergent-divergent pentru comprimarea amestecului) vitezele vor fi în întregime subsonice.

Din punctul de vedere al naturii *fluidelor utilizate*, ejectoarele pot fi clasificate în : 1) *ejectoare cu gaz perfect*, care prezintă un mare interes teoretic, 2) *ejectoare cu gaze reale*, 3) *ejectoare cu abur* pentru transformatoarele de căldură, 4) *ejectoare cu abur* pentru aspirarea aerului (pompe de vid pentru condensatoare), 5) *ejectoare cu apă*, pentru pompele de vid ale condensatoarelor, 6) *ejectoare cu aer sau abur* pentru antrenarea unui lichid şi 7) *ejectoare cu aer sau apă* pentru antrenarea unui solid granulat sau pulverizat.

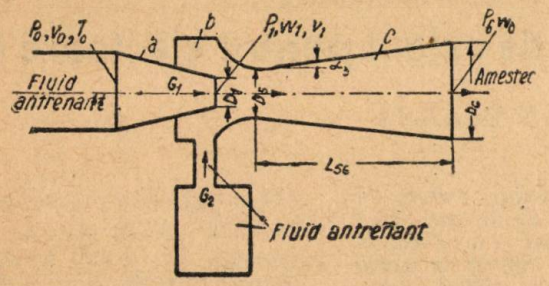


Fig. 2. Schema ejectorului cu viteze subsonice.
a — Ajutaj convergent al fluidului antrenant ; b — Camera de amestec ; c — Ajutaj convergent divergent al amestecului.

1. Bazele teoriei ejectoarelor

Calculul teoretic al ejectoarelor se bazează pe teoria curgerii prin ajutajele convergent-divergente, sau numai convergente (ajutaje subsonice). Această teorie se ocupă de comportarea ajutajelor convergent-divergente în diferite condiţii de curgere, cînd viteza curentului din ele este subsonică sau este supersonică.

Ecuaţia de continuitate a curentului staţionar este :

$$\frac{A.w}{v} = \text{const.} \qquad \text{sau} \quad \frac{dA}{A} + \frac{dw}{w} = \frac{dv}{v},$$

iar ecuaţia lui Bernoulli (ecuaţia de transformare a energiilor) :

$$-v.\,dP = \frac{w.dw}{g}, \quad \text{sau} \quad -\frac{dw}{w} = \frac{g.v}{w^2}.dP.$$

In fine, ecuaţia transformării izentropice se poate scrie

$$P \cdot v^x = \text{const.} \qquad \text{sau} \quad \frac{dP}{P} + x \cdot \frac{dv}{v} = 0.$$

Inlocuind pe dw/w şi dv/v din ultimile două ecuaţii în prima, ceeace înseamnă că pentru ajutajul cuprins într-o incintă adiabatică, se obţine

$$\frac{dA}{A} = \frac{g.v}{w^2} \cdot \left(1 - \frac{w^2}{g.x.P.v}\right) \cdot dP. \qquad (1)$$

Expresia din paranteză este pozitivă sau negativă, după cum w^2 este mai mic sau mai mare decît $g.\,x.\,P.\,v$, adică după cum w este mai mic sau mai mare decît viteza sunetului : $w_s = \sqrt{g.x.P.v}$. Atît timp cît $w < w_s$, variaţiile dA şi dP au acelaşi sens, deci unei scăderi a lui A îi corespunde o scădere a lui P şi invers. Conform legii lui Bernoulli, unei scăderi a presiunii într-un curent îi corespunde o creştere a vitezei şi invers.

Dacă însă la un moment dat viteza creşte peste limita w_s şi se ajunge în domeniul $w > w_s$, atunci dA şi dP vor varia în sensuri contrare, adică unei scăderi a secţiunii îi va corespunde o creştere a presiunii şi invers. Şi în acest caz viteza va varia invers cu presiunea.

Variaţiile de secţiune ale unui canal au deci efecte diferite, după cum viteza curentului este mai mare sau mai mică decît viteza sunetului.

Pentru ilustrarea acestei constatări, se va considera variaţia presiunii şi vitezei într-un ajutaj convergent-divergent, ca în fig. 3, avînd în acest caz cele două variaţii de secţiuni simetrice în raport cu secţiunea cea mai îngustă.

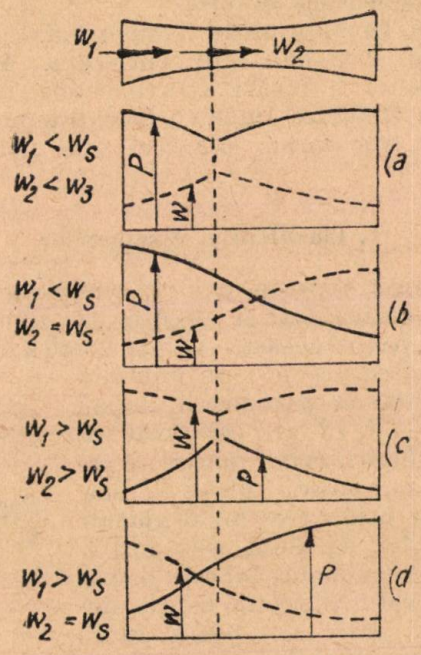


Fig. 3. Variaţia presiunii şi vitezei într-un ajutaj convergent-divergent.
w — viteza ; P — presiunea.

In cele ce urmează vor fi studiate următoarele combinaţii de viteze, dacă w_1 este viteza de intrare în ajutaj şi w_2 este viteza în secţiunea cea mai strangulată a lui :

Cazul a. $\quad w_1 < w_s$ şi $w_2 < w_s$.

In tot lungul tubului convergent-divergent mărimea dA va avea acelaşi sens de variaţie cu dP, deci unei micşorări a secţiunii îi va corespunde o micşorare a presiunii, care coincide cu o majorare a vitezei, fără însă a atinge nici în secţiunea cea mai strangulată viteza sunetului. In partea divergentă a tubului secţiunea va creşte, deci şi presiunea, iar viteza va scădea, pînă la valoarea iniţială (în mod teoretic, pentru gazul perfect, dată fiind simetria tubului). Din cauza frecărilor în lungul tubului, viteza de la ieşire va fi de fapt ceva mai mică

decît cea de la intrare. Ajutajul se comportă în acest caz ca și un *tub Venturi*, în care secțiunile se aleg astfel, încît, pentru raportul de presiuni prevăzut, secțiunea cea mai îngustă a sa să fie mai mare decît secțiunea critică, pentru ca $w_2 < w_s$, (fig. 3, *a*).

Cazul b. $w_1 < w_s$ și $w_2 = w_s$.

Acesta este cazul ajutajului *de Laval*. In partea convergentă dA și dP au același semn, deci viteza va crește, ajungînd în secțiunea cea mai strangulată la viteza sunetului. De aici variația lui A va fi în sens invers decît a lui P, pentru o depășire oricît de mică a lui w_2 peste w_s. Creșterii lui A îi va corespunde deci o micșorare a lui P, sau o creștere a lui w. Ajutajul realizează în acest caz o expansiune, transformînd energia potențială a gazului în energie cinetică (fig. 3, *b*).

Cazul c. $w_1 > w_s$ și $w_2 > w_s$.

In acest caz variația lui A va fi în tot lungul ajutajului în sens invers cu variația lui P, deoarece în ecuația (1) dA și dP au semne contrare. Viteza variază în sens invers cu presiunea, deci dacă presiunea crește, cînd scade secțiunea, viteza scade și ea, iar în partea divergentă va crește, deoarece presiunea scade. Acesta este cazul din fig. 3, *c*.

Cazul d. $w_1 > w_s$ și $w_2 = w_s$.

In acest caz (fig. 3, *d*) în partea convergentă variația secțiunii este în sens invers cu cea a presiunii, pe cînd în cea divergentă creșterea secțiunii corespunde cu o creștere a presiunii, deci o scădere a vitezei. In consecință în acest ajutaj viteza scade de la un capăt la altul al ajutajului, trecînd prin viteza sunetului în secțiunea cea mai strangulată a ajutajului. Presiunea crește însă în mod continuu, deci ajutajul face în acest caz funcțiunea de compresor, realizînd o compresiune. Pentru a putea obține însă de la început $w_1 > w_s$, este necesar ca acestui ajutaj să-i premeargă un ajutaj de expansiune, ca cel de la cazul *b*), care să dea la ieșire o viteză mai mare decît viteza sunetului. Acesta este și cazul ejectoarelor cu viteză nspersonică.

3. Ejectorul supersonic cu gaz perfect

Ejectorul cu gaz perfect este complet lipsit de pierderi prin frecare și șoc, dar nu este lipsit de pierderea, mică de altfel, cauzată de difuziunea celor două gaze între ele în camera de amestec. El va avea forma din fig. 1. Dimensiunile caracteristice ale acestui ejector sînt:

a) Secțiunea cea mai strangulată a ajutajului de Laval A_1, în care gazul antrenant cu debitul G_1 atinge viteza sunetului w_1.

b) Secțiunea de ieșire din ajutajul de Laval A_2, unde gazul atinge o viteză supersonică w_2, iar presiunea P_2 este cea, care premite aspirația și antrenarea debitului G_2 de fluid antrenat.

c) Secțiunea de intrare a fluidului antrenat A_3, care-i adesea o secțiune inelară, deoarece ajutajul de Laval pătrunde de obicei pînă în prima secțiune a difuzorului. In această secțiune fluidul antrenat primește viteza w'_0, din cauza diferenței de presiune dintre rezervorul de gaz antrenat și camera de amestec, unde se stabilește presiunea P_2.

d) Secțiunea de intrare a amestecului de fluide în difuzor A_4, care poate fi identică cu suma secțiunilor A_3 și A_2, sau poate fi diferită, după cum se află plasat ajutajul de Laval față de difuzor, deci după cum $L_A = L_M$, sau $L_A > L_M$.

e) Secțiunea cea mai îngustă a difuzorului A_5, unde amestecul de gaze atinge din nou viteza sunetului w_5 (de data aceasta viteza sunetului corespunzătoare amestecului).

f) Secțiunea de ieșire a difuzorului A_6, în care se caută să se atingă o viteză relativ redusă w_6, dar presiunea P_6 să fie mai mare decît contrapresiunea, pe care o are de învins gazul la ieșirea din ejector.

g) Distanța L_A de la gura ajutajului de Laval A_2 pînă la secțiunea cea mai strangulată a difuzorului A_5 și L_M distanța de la secțiunea A_4 pînă la secțiunea A_5.

Se presupune că gazul antrenant are inițial starea caracterizată prin mărimile de stare: P_0, v_0, T_0, w_0 și G_1.

In secțiunea cea mai strangulată a ajutajului de Laval A_1 acest gaz va atinge presiunea critică P_1 și viteza sunetului w_1. In această secțiune gazul va avea starea caracterizată prin mărimile de stare P_1, v_1. T_1 și w_1, date de relațiile pentru gazele biatomice la presiunea critică, unde x este exponentul adiabatic:

$$P_1 = P_0 \cdot \left(\frac{2}{x+1}\right)^{\frac{x}{x-1}} = 0{,}528\ P_0 \quad [\mathrm{kg/m^2}] \qquad (2)$$

$$v_1 = v_0 \cdot \left(\frac{x+1}{2}\right)^{\frac{1}{x-1}} = 1{,}575\ v_0 \quad [\mathrm{m^3/kg}] \qquad (3)$$

$$T_1 = T_0 \cdot \frac{2}{x+1} = 0{,}833\ T_0 \quad [^\circ K] \qquad (4)$$

$$w_1 = \sqrt{2g \cdot \frac{x}{x+1} \cdot P_0 \cdot v_0} = 3{,}384 \sqrt{P_0 \cdot v_0}\ [\mathrm{m/s}] \qquad (5)$$

Formulele (2), (3), (4) și (5) sînt formulele care dau variația mărimilor de stare ale gazului perfect în momentul trecerii lui prin presiunea critică. Ele se găsesc în manualele inginerești la capitolul curgerii gazelor. [1].

Secțiunea A_1 va avea deci mărimea

$$A_1 = \frac{G_1 \cdot v_1}{w_1} = 0{,}4654\, G_1 \cdot \sqrt{\frac{v_0}{P_0}}\ [\mathrm{m^2}]. \qquad (6)$$

Presiunea P_2 din secțiunea de ieșire a ajutajului de Laval se alege astfel, încît gazul antrenat să fie aspirat din rezervorul, unde el se află sub presiunea $P_0 > P_2$ și să fie accelerat pînă la viteza de apropiere w'_0. Dacă gazul aspirat

nu are o viteză inițială de apropiere, atunci

$$w_0' = \sqrt{2g \cdot (P_0' - P_2) \cdot v_0'} \quad [\text{m/s}] \qquad (7)$$

dacă diferența dintre P_0' și P_2 nu este prea mare, astfel încît să se poată lucra cu un volum specific v_0' constant pentru gazul atrenat. In cazul cînd P_0' este mult mai mare decît P_2 ceea ce se utilizează mai rar, atunci în loc de formula (7) se va aplica formula generală

$$w_0' = \sqrt{2g \cdot \frac{x}{x-1} \cdot P_0' \cdot v_0' \cdot \left[1 - (P_2/P_0')^{\frac{x-1}{x}}\right]} \quad [\text{m/s}]. \qquad (8)$$

In secțiunea A_2 gazul antrenant are următoarele mărimi de stare:

$$v_2 = v_0 \, (P_0/P_2)^{1/x}. \qquad (9)$$

$$T_2 = T_0 (P_2/P_0)^{\frac{x-1}{x}}. \qquad (10)$$

$$w_2 = \sqrt{2g \cdot \frac{x}{x-1} \cdot P_0 \cdot v_0 \cdot \left(1 - (P_2/P_0)^{\frac{x-1}{x}}\right)} \qquad (11)$$

$$A_2 = \frac{G_1 \cdot v_2}{w_2} \qquad (12)$$

Fluidul antrenat G_2 va trece prin secțiunea A_3 cu viteza w_0', deci

$$A_3 = \frac{G_2 \cdot v_0''}{w_0'}, \qquad (13)$$

unde

$$v_0'' = v_0' \cdot (P_0'/P_2)^{1/x}. \qquad (14)$$

In timpul amestecării celor două fluide în camera de amestec, pentru a se menține presiunea constantă P_2, urmează ca fiecare dintre gaze să adopte o presiune parțială, deci se produce un fenomen cu creștere de entropie chiar în cazul gazului perfect. Presiunea parțială a gazului antrenant va fi

$$P_{2a} = P_2 \cdot \frac{G_1 \cdot v_2}{G_1 \cdot v_2 + G_2 \cdot v_0''} \qquad (15)$$

și a celui antrenat

$$P_{2a}' = P_2 \cdot \frac{G_1 \cdot v_0''}{G_1 \cdot v_2 + G_2 \cdot v_0''} \qquad (16)$$

Din cauza difuziunii dintre cele două gaze, se produce o creștere de entropie:

$$\Delta S = A \cdot [G_1 \cdot R_1 \cdot \ln (P_2/P_{2a}) + G_2 \cdot R_2 \cdot \ln (P_2/P_{2a}')], \qquad (17)$$

unde prin A fără indice s-a notat echivalentul caloric al lucrului mecanic.

După amestecarea celor două fluide (în cazul cînd ele nu reacționează chimic între ele), ele vor adopta o viteză comună, stabilită după legea constanței impulsului

$$w_A = \frac{G_1 \cdot w_2 + G_2 \cdot w_0'}{G_1 + G_2} = \frac{w_2 + u \cdot w_0'}{1 + u}. \qquad (18)$$

Aplicarea acestei legi presupune implicit că viteza fluidelor este uniformă pe întreaga secțiune A_4, ceeace se poate admite că se realizează în cazul gazului perfect, care nu are viscozitate.

In cazul cînd, ejectorul are de creiat o presiune relativ mare în aval de difuzor (presiunea P_6), este necesar ca $w_A > w_5$, deci w_A trebuie să fie mai mare decît viteza sunetului din amestecul de gaze, viteză care urmează să se stabilească descrescînd abia în secțiunea A_5. Raportul $u = G_2/G_1$, dintre debitul antrenat și cel antrenant, se numește *coeficient de injecție* și se va determina pe baza condiției enunțată mai sus, care se transformă în relația

$$u > \frac{w_2 - w_5}{w_5 - w_0'}. \qquad (19)$$

Temperatura amestecului celor două gaze va fi

$$T_A = \frac{G_1 \cdot c_{p1} \cdot T_2 + G_2 \cdot c_{p2} \cdot T_0''}{G_1 \cdot c_{p1} + G_2 \cdot c_{p2}} \qquad (20)$$

unde

$$T_0'' = T_0' (P_2/P_0')^{\frac{x-1}{x}}, \qquad (21)$$

iar c_{p1} și c_{p2} sînt căldurile specifice respective ale celor două gaze la presiune constantă, în kcal/kg. grd.

Volumul specific al amestecului va fi

$$v_A = \frac{G_1 \cdot v_2 + G_2 \cdot v_0''}{G_1 + G_2} = \frac{v_2 + u \cdot v_0''}{1 + u} \qquad (22)$$

In secțiunea A_4 amestecul va avea deci starea caracterizată prin mărimile de stare date de formulele (18), (20) și (22).

In ajutajul convergent al difuzorului, amestecul de gaze suferă o compresiune adiabatică de la presiunea P_2 la presiunea P_5 (în cazul cînd $w_A < w_5$). In consecință starea sa variază astfel, încît în secțiunea cea mai îngustă a difuzorului să se stabilească viteza sunetului în amestec și mărimile de stare corespunzătoare acesteia. Presiunea P_5 se determină în modul următor:

Se știe că energia cinetică a unui curent ia naștere din variația de entalpie a gazelor, deci și energia cinetică se poate transforma la rîndul ei într-o variație de entalpie, deoarece la gazul perfect fenomenele sînt reversibile. Aplicînd acestea la partea convergentă a difuzorului, unde viteza trebuie să scadă, se poate scrie:

$$i_5 - i_4 = c_p \cdot (T_5 - T_4) = c_p \cdot T_5 \cdot (1 - T_4/T_5).$$

Se mai poate însă scrie și

$$A \cdot \frac{w_4^2 - w_5^2}{2g} = c_p \cdot T_5 \cdot (1 - T_4/T_5),$$

unde prin A fără indice s-a notat echivalentul caloric al lucrului mecanic. Făcînd înlocuirile :

$$c_p = \frac{x}{x-1} \cdot A \cdot R_A, \quad T_5 = \frac{P_5 \cdot v_5}{R_A} \text{ și } \frac{T_4}{T_5} = \left(\frac{P_4}{P_5}\right)^{\frac{x-1}{x}}$$

se obține

$$w_5 = \sqrt{w_A^2 - 2g \cdot \frac{x}{x-1} \cdot P_5 \cdot v_5 \cdot \left[1 - \left(\frac{P_4}{P_5}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]} \tag{23}$$

In același timp viteza sunetului w_5, care trebuie să se stabilească în secțiunea A_5, are și expresia

$$w_5 = \sqrt{g \cdot x \cdot P_5 \cdot v_5}. \tag{24}$$

Egalînd cele două expresii și punînd $P_4 = P_2$, se obține următoarea expresie pentru P_5

$$P_5 = \left[\frac{(x-1) \cdot w_A^2 + 2g \cdot x \cdot P_2 \cdot v_A}{g \cdot x \cdot (x+1) \cdot v_A \cdot P_2^{1/x}}\right]^{\frac{x}{x-1}} \tag{25}$$

In același timp

$$v_5 = v_A \cdot (P_2/P_5)^{1/x} \tag{26}$$

și

$$T_5 = T_A (P_5/P_2)^{\frac{x-1}{x}}. \tag{27}$$

Secțiunea cea mai strangulată a difuzorului va avea deci mărimea

$$A_5 = \frac{(G_1 + G_2) \cdot v_5}{w_5} \tag{28}$$

La ieșirea din difuzor, presiunea trebuie să atingă valoarea P_6, mai mare decît contrapresiunea din rezervorul, unde se evacuează amestecul. Creșterea de presiune se continuă și în partea divergentă a difuzorului, deci cele spuse mai sus asupra lui P_5 sînt aplicabile și lui P_6. Presiunea P_6 nu poate fi însă realizată de orice debit G_1 și de orice presiune inițială P_0 a gazului antrenant. Este deci necesar un anumit raport maxim u, precum și o anumită presiune inițială P_0, pentru ca funcționarea ejectorului să fie posibilă în condițiile impuse de problemă.

Viteza w_6, la ieșirea amestecului din difuzor, se determină după aceleași criterii ca și viteza w_5 și se obține :

$$w_6 = \sqrt{w_5^2 - 2g \cdot \frac{x}{x-1} \cdot P_6 \cdot v_6 \cdot \left[1 - \left(\frac{P_5}{P_6}\right)^{\frac{x}{x-1}}\right]}. \tag{29}$$

Viteza w_6 devine imaginară dacă presiunea P_6 este mai mare decît valoarea dată de expresia :

$$P_6 = \left[\frac{(x-1) \cdot w_5^2 + 2g \cdot x \cdot P_5 \cdot v_5}{2g \cdot x \cdot P_5 \cdot v_5}\right]^{\frac{x}{x-1}}. \tag{30}$$

Insă conform formulei (24), viteza w_5 este și viteza sunetului în amestecul de gaze, deci presiunea maximă, care poate fi realizată de un ejector în condiții date, va fi :

$$P_{6\,max} = P_5 \cdot \left(\frac{x+1}{2}\right)^{\frac{x}{x-1}}. \tag{31}$$

Inlocuind în expresia (31) pe P_5 din (25) și mai departe pe w_A din (17), v_A din (22), se obține pentru $P_{6\,max}$ următoarea expresie :

$$P_{6\,max} = \left[\frac{(x-1) \cdot (w_2 + u \cdot w_0')^2 + 2g \cdot x \cdot P_2 \cdot (1+u) \cdot (v_2 + u \cdot v_0'')}{2g \cdot x \cdot (1+u) \cdot (v_2 + u \cdot v_0'') \cdot P_2^{1/x}}\right]^{\frac{x}{x-1}}. \tag{32}$$

Se vede că în acesastă expresie un rol important îl joacă w_2, u și P_2. Insă w_2 depinde de raportul P_2/P_0 și de condițiile inițiale P_0, v_0 și T_0. Prin urmarea nu orice condiții inițiale P_0 și G_1 pot să producă o anumită presiune P_6. Urmărirea formulei (32) se poate face mai cu ușurință în mod grafic, dînd lui G_1, deci lui u, diferite valori pentru diferitele valori ale mărimilor inițiale ale gazului antrenant.

Cu aceste valori se poate scrie pentru celelalte mărimi de stare interesante :

$$v_6 = v_A \cdot (P_2/P_6)^{1/x} \tag{33}$$

$$T_6 = T_A \cdot (P_6/P_2)^{\frac{x-1}{x}} \tag{34}$$

$$A_6 = \frac{(G_1 + G_2) \cdot v_6}{w_6}. \tag{35}$$

In ceea ce privește lungimea ajutajelor, ea se va stabili astfel, încît să nu existe pericolul desprinderii fluidului de pereții ajutajelor divergente. Unghiul de divergență depinde de natura fluidului și adesea acest unghi nu se ia constant nici în lungul aceleeași părți a ajutajului (în special în partea divergentă a difuzorului). Se recomandă însă, ca acest unghi să nu fie mai mare de 10°. In consecință lungimea ajutajului divergent de Laval va fi :

$$L_{1,2} = \frac{D_2 = D_1}{2 \operatorname{tg} \alpha_1}, \tag{36}$$

unde α_1 este unghiul de divergență (jumătatea unghiului de la vîrful conului reprezentat de partea divergentă). Dacă $\alpha_1 = 8°$, atunci

$$L_{1,2} = 3{,}56\ (D_2 - D_1). \tag{36 a}$$

Lungimea părții divergente a difuzorului se va alege tot după aceleași criterii, dar se va avea în vedere că, aici vîrtejurile de margine pot apare mai ușor, din cauza gradientului pozitiv al presiunii,

$$L_{5,6} = \frac{D_6 - D_5}{2 \operatorname{tg} \alpha_3} = 4{,}757\ (D_6 - D_5) \tag{37}$$

dacă se ia $\alpha_3 = 6°$.

Partea convergentă a difuzorului se va construi mult mai lungă, decît se construește partea

convergentă a ajutajului Laval, deoarece ea serveşte şi drept prelungire a camerei de amestec. In consecinţă

$$L_{4,5} = \frac{D_4 - D_5}{2\,\mathrm{tg}\,\alpha_2} = 1{,}374\,(D_4 - D_5) \qquad (38)$$

unde s-a luat $\alpha_2 = 20°$.

Pentru aprecierea ejectoarelor, s-a căutat să se introducă noţiunea de randament, sau de „grad de eficienţă". Coeficientul de injecţie singur nu poate constitui un criteriu de apreciere, deoarece el nu constituie o comparaţie energetică, ci numai una de debite, care nu dă o imagine justă şi completă a fenomenelor din ejector. Avînd în vedere multiplicitatea formelor de funcţionare şi utilizare a ejectoarelor, nici una din expresiile randamentului propuse pînă astăzi nu are un caracter unitar. Pentru ejectoarele, care lucrează numai cu gaze, se consideră că cea mai justă expresie pentru randament este cea propusă de Lojchin [2] pentru ejectoarele de abur (compresoare cu jet pentru abur):

$$\eta_0 = \frac{G_2 \cdot h_2}{G_1 (h_1 - h_2)} = \frac{u \cdot h_2}{h_1 - h_2} \qquad (39)$$

unde h_2 este creşterea de entalpie a aburului de presiune joasă realizată în difuzor, iar h_1 este căderea de entalpie teoretică a aburului antrenant, realizată în ajutajul Laval.

Pentru a aplica formula (39) şi în cazul gazelor, a căror antalpie nu este de obicei cunoscută, ea poate fi transformată, utilizînd relaţia transformării izentropice: $di = -A \cdot v \cdot dP$, deoarece $h_1 = i_0 - i_2$, deci

$$h_1 = i_0 - i_2 = -A \int_{P_0}^{P_2} v \cdot \mathrm{d}P \qquad (40)$$

unde A este echivalentul mecanic al căldurii.

Insă

$$v = v_0\,(P_0/P)^{1/x},$$

deci

$$h_1 = -A \cdot v_0 \cdot P_0^{1/x} \cdot \int_{P_0}^{P_2} P^{-1/x} \cdot \mathrm{d}P =$$

$$= A \cdot P_0 \cdot v_0 \cdot \frac{x}{x-1}\left[1 - \left(\frac{P_2}{P_0}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right] \qquad (41)$$

iar

$$h_2 = i_6 - i_0' = \frac{x}{x-1} A \cdot P_6 \cdot v_6 \left[1 - \left(\frac{P_0'}{P_6}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]. \qquad (42)$$

Rezultă deci în acest caz pentru randament

$$\eta_0 = \frac{u \cdot P_6 \cdot v_6 \left[1 - \left(\frac{P_0'}{P_6}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]}{P_0 \cdot v_0 \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_0}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right] - P_6 \cdot v_6 \left[1 - \left(\frac{P_0'}{P_6}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]}. \qquad (43)$$

4. Exemplu numeric pentru calculul unui ejector aer-aer.

Dintr-un rezervor cu presiunea $P'_0 = 1100$ kg/m² şi temperatura $T'_0 = 290°$K, trebuie să se evacueze orar 3 600 kg aer cu ajutorul unui jet tot de aer. Se va alege astfel starea iniţială a aerului antrenant, precum şi coeficientul de injecţie u, încît randamentul ejectorului η_0 să fie maxim. Contrapresiunea la ieşirea din ejector va fi de $P_6 = 10\,500$ kg/m². Temperatura aerului antrenant va fi $T = 373°$K (100°C), rezultată prin comprimare.

După cum se vede, starea iniţială a aerului antrenant nu a fost precizată în textul problemei, decît ca temperatură şi tot astfel nici debitul G_1 al său. In consecinţă problema urmează să fie rezolvată pe cale grafică. Presiunea P_2 trebuie să fie puţin mai mică decît P'_0, pentru a se putea aspira gazul G_2 din rezervorul său. Alegem astfel $P_2 = 1000$ kg/m². Pentru aplicarea metodei grafice se calculează va-

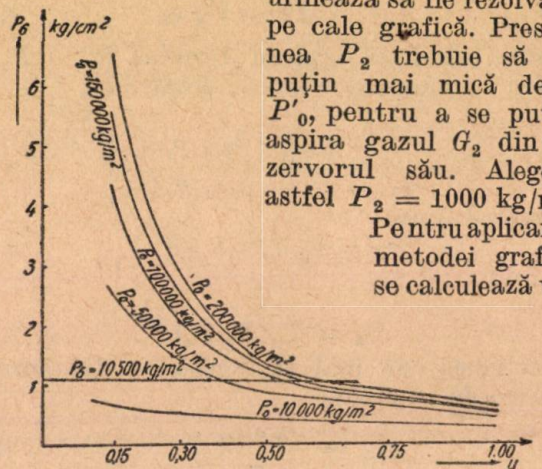


Fig. 4. Variaţia presiunii amestecului la ieşirea din difuzor (P_6) în funcţie de coeficientul de injecţie (u) şi presiunea iniţială a fluidului antrenant (P_0).

lorile v_0, P_1, v_1, v_2, T_2, w_2, pentru presiunile $P_0 = 1$; 5; 10 şi 20 ata. Mărimile de stare ale aerului antrenat în momentul amestecului sînt:

$$P_2 = 1000 \text{ kg/m}^2;$$

$$v_0'' = v_0' \left(\frac{P_0'}{P_2}\right)^{1/x} = 7{,}71 \cdot 1{,}070 = 8{,}25 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$T_0'' = T_0' \left(P_2/P_0'\right)^{\frac{x-1}{x}} = 290/1{,}028 = 282°\text{K}$$

$$w_0' = \sqrt{2g\,\Delta P \cdot v_0'} = 125{,}2 \text{ m/s}.$$

Cu aceste mărimi se calculează: w_A, v_A, P_5, v_5, P_6, v_6, $\left[1 - \left(\frac{P_0'}{P_6}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]$, P_6, v_0, $P_6 \cdot v_6$ şi η_0 pentru presiunile P_0 de mai sus şi pentru valorile lui u: 0,15; 0,30; 0,50; şi 1,00.

In fig. 4 se trasează valorile lui P_6 în funcţie de P_0 şi u.

Din ambele grafice se poate vedea că ejectorul lucrează în condiţiunile impuse iniţial, dacă sînt îndeplinite următoarele alternative:

$P_0 = 3$ ata, $u = 0{,}25$, şi $\eta_0 = 0{,}46$;
$P_0 = 5$ ata, $u = 0{,}33$ şi $\eta_0 = 0{,}52$;
$P_0 = 10$ ata, $u = 0{,}43$ şi $\eta_0 = 0{,}555$;
$P_0 = 15$ ata, $u = 0{,}475$ şi $\eta_0 = 0{,}510$;
$P_0 = 20$ ata, $u = 0{,}53$ şi $\eta_0 = 0{,}48$.

Avînd în vedere că randamentul ejectorului variază puţin cu variaţia presiunii P_0 şi a coeficientului de injecţie u, soluţia care se poate considera optimă şi din punctul de vedere al coeficientului de injecţie, este: $P_0 = 5$ ata şi $u = 0{,}33$. Pentru aceste mărimi se vor reface toate calculele ejectorului.

Cu aceste mărimi se obţine:

$$G_1 = 1{,}0/0{,}33 = 3 \text{ kg/s}, \quad P_0 = 50\,000 \text{ kg/m}^2$$

$$v_0 = 0{,}2183 \text{ m}^3/\text{kg},$$

$$T_0 = 373°\text{K}.$$

In secţiunea minimă a ajutajului Laval (secţiunea A_1) se obţine: $P_1 = 0{,}528\ P_0 = 26400$ kg/m²; $v_1 = 1{,}575\ v_0 = 0{,}3438$ m³/kg;

$$T_1 = 0{,}833 \quad T_0 = 310{,}7°\text{K şi}$$

$$w_1 = 3{,}384\sqrt{50\,000 \cdot 0{,}2183} = 353{,}6 \text{ m/s}.$$

Secţiunea A_1 va avea deci mărimea:

$$A_1 = \frac{G_1 \cdot v_1}{w_1} = \frac{3 \cdot 0{,}3438}{353{,}6} = 0{,}00292 \text{ m}^2$$

deci

$$D_1 = 0{,}0193 \text{ m}.$$

In secţiunea A_2 gazul antrenant are următoarele mărimi de stare:

$$A_2 = \frac{G_1 \cdot v_2}{w_1} = \frac{3 \cdot 0{,}580}{w_2} = 0{,}01513 \text{ m}^2$$

$$D_2 = 0{,}139 \text{ m}.$$

Gazul antrenat vine în camera de amestec cu următoarele mărimi de stare: $w_0' = 125{,}2$ m/s, $v_0'' = 8{,}25$ m³/kg, $T_0'' = 282°$K şi $A_3 = 0{,}06589$ m², deci secţiunea totală a camerei de amestec va fi: $0{,}01513 + 0{,}08102$ m², deci $D = 0{,}322$ m.

In camera de amestec se stabilesc după amestec mărimile de stare

$$w_A = \frac{w_2 + u \cdot w_0'}{1 + u} = \frac{710 + 0{,}33 \cdot 125{,}2}{1{,}33} = 564{,}9 \text{ m/s},$$

$$v_A = \frac{v_2 + u \cdot v_0''}{1 + u} = \frac{3{,}580 + 0{,}33 \cdot 8{,}25}{1{,}33} = 4{,}7387 \text{ m}^3/\text{kg},$$

$$T_A = \frac{G_1 \cdot T_2 + G_2 \cdot T_0''}{G_1 + G_2} = \frac{3 \cdot 122{,}3 + 1 \cdot 282}{2} = 162{,}2°\text{K}.$$

Secţiunea A_4 va fi deci

$$A_4 = \frac{(G_1 + G_2) \cdot v_A}{w_A} = \frac{4 \cdot 4{,}7387}{654{,}9} = 0{,}0336 \text{ m}^2,$$

$$D_4 = 0{,}207 \text{ m}.$$

Secţiunea A_5 se obţine:

$$P_5 = \left[\frac{(x-1)w_A^2 + 2g \cdot x \cdot P_2 \cdot v_A}{g \cdot x \cdot (x+1) \cdot v_A \cdot P_2^{1/x}}\right]^{\frac{x}{x-1}} =$$

$$= \left(\frac{0{,}4 \cdot 564{,}9^2 + 27468 \cdot 4{,}7387}{32{,}9616 \cdot 139{,}112 \cdot 4{,}7387}\right)^{3/5} = 5752 \text{ kg/m}^2$$

$$v_5 = v_A \cdot (P_2/P_5)^{1/x} = 4{,}7387 \cdot \left(\frac{1000}{5752}\right)^{1/x} =$$

$$= 1{,}3575 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

$$w_5 = \sqrt{g \cdot x \cdot P_5 \cdot v_5} =$$

$$= \sqrt{9{,}81 \cdot 1{,}4 \cdot 5752 \cdot 1{,}3576} = 32{,}74 \text{ m/s}$$

$$A_5 = \frac{(G_1 + G_2) \cdot v_5}{w_5} = \frac{4 \cdot 1{,}3575}{327{,}4} = 0{,}0166 \text{m}^2$$

$$D_5 = 0{,}146 \text{ m}.$$

Presiunea maximă realizabilă la gura ajutajului divergent va fi

$$P_{6max} = P_5 \cdot \left(\frac{x+1}{2}\right)^{\frac{x}{x-1}} = 10890 \text{ kg/m}^2.$$

Se va lua însă numai $P_6 = 105000$ kg/m², deci la gura ajutajului se va stabili viteza:

$$w_6 = \sqrt{w_5^2 - 2g \cdot \frac{x}{x-1} \cdot P_6 \cdot v_6 \cdot \left[1 - \left(\frac{P_5}{P_6}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]} =$$

$$= \sqrt{327{,}4^2 - 19{,}62 \cdot 3{,}5 \cdot 10500 \cdot 0{,}8838\left[1 - \left(\frac{1}{1{,}895}\right)^{0.4/1.4}\right]} =$$

$$= 45{,}33 \text{ m/s}$$

deoarece

$$v_6 = v_a \cdot (P_2/P_6)^{1/x} = 4{,}7387 \cdot \left(\frac{1000}{10500}\right)^{1/x} =$$

$$= 0{,}8838 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Rezultă deci

$$A_6 = \frac{(G_1 + G_2) \cdot v_6}{w_6} = \frac{4 \cdot 0{,}8838}{45{,}33} = 0{,}078 \text{ m}^2$$

$$D_6 = 0{,}315 \text{ m}$$

Lungimile ejectorului vor fi:

$$L_{12} = 3{,}56\,(D_2 - D_1) = 3{,}56 \cdot 0{,}1197 = 0{,}426 \text{ m}$$

$$L_{45} = 1{,}374\,(D_4 - D_5) = 1{,}374 \cdot 0{,}061 = 0{,}084 \text{ m}$$

$$L_{56} = 4{,}757\,(D_6 - D_5) = 4{,}757 \cdot 0{,}169 = 0{,}804 \text{ m}$$

In fig. 5 se vede schema acestui ejector variaţia presiunii şi vitezei în lungul său.

Randamentul acestui ejector va fi :

$$\eta_0 = \frac{u.P_6.v_6\left[1-\left(\frac{P_0'}{P_6}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]}{P_0.v_0\left[1-\left(\frac{P_2}{P_0}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]-P_6.v_6\left[1-\left(\frac{P_0'}{P_0}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]} =$$

$$= \frac{0{,}33\cdot 10500.0{,}8838\left[1-\left(\frac{1100}{10500}\right)^{\frac{0.4}{1.4}}\right]}{50000.0{,}2183\left[1-\left(\frac{1000}{50000}\right)^{\frac{0.4}{1.4}}\right]-10500.0{,}8838\left[1-\left(\frac{1100}{10500}\right)^{\frac{0.4}{1.4}}\right]} = 0{,}522$$

Ceeace mai trebuie remarcat la acest ejector este şi scăderea mare de temperatură, pe care o suferă în timpul destinderii sale spre camera

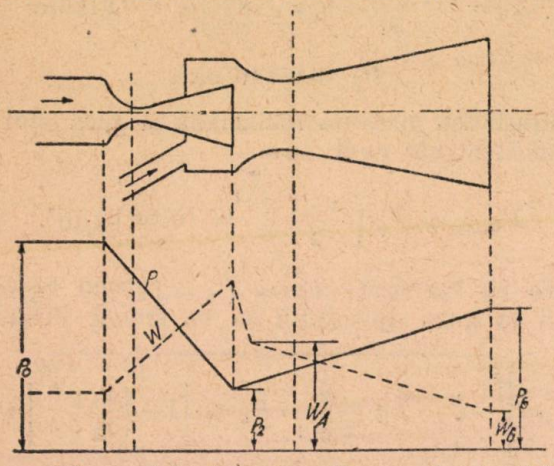


Fig. 5. Schema ejectorului aer-aer din exemplu şi variaţiile presiunii şi vitezelor în lungul ejectorului.

de amestec (—150,7°C). Acest lucru poate cauza neplăceri foarte grave în exploatarea ejectoarelor, dacă nu se iau măsuri de preîncălzire corespunzătoare a aerului antrenant.

Avînd în vedere vitezele supersonice, care se stabilesc în cea mai mare parte a acestui ejector, este de prevăzut că funcţionarea lui se va face cu foarte mult sgomot, deci un astfel de ejector nu poate fi utilizat în încăperi locuite sau hale unde se află personal de serviciu.

5. Ejectorul cu gaze reale

Avînd în vedere că fenomenele produse în ejector sînt fenomene de curgere cu viteze mari, cea mai uşoară urmărire a lor se poate efectua cu ajutorul unei diagrame i-s, construită pentru gazele considerate. Aceasta cu atît mai mult, cu cît se admite că fenomenele din ejector se produc în mod adiabatic, dar nu şi izentropic, deci în timpul acestor fenomene nu există schimb de căldură cu exteriorul, dar se produce căldură prin frecare. Se admite apoi că gazele nu reacţionează chimic între ele în ejector. Diagramele i-s pentru gaze nu sînt însă atît de generalizate, cum sînt cele pentru abur, aşa că în cele ce urmează, se va trata ejectorul cu gaze reale tot în mod analitic.

In primul rînd trebuie să se introducă pierderile prin frecare, care au fost complet neglijate în capitolul precedent. Aceste pierderi, caracterizate ca transformări cu entalpie constantă, sînt cu atît mai mari cu cît viteza gazelor prin ajutaj e mai mare. Va trebui deci, să se ţină seama de pierderile din ajutajul Laval prin coeficientul global de viteză φ_1, de pierderile din camera de amestec prin coeficientul ψ_1 şi φ_2 şi de pierderile din difuzor prin coeficientul φ_3.

Aceste pierderi au un efect de micşorare asupra vitezelor, aşa că, din cauza lor, vitezele real atinse la o anumită cădere de entalpie sînt mai mici decît cele teoretice. Avînd în vedere vitezele mari din ejector, schimbul de căldură al gazelor cu exteriorul poate fi neglijat şi în cazul gazelor reale.

Pentru ajutajul Laval se poate lua $\varphi_1' = 0{,}975\ldots0{,}980$ pentru partea convergentă şi $\varphi_1'' = 0{,}950\ldots0{,}960$ pentru partea divergentă, unde viteza este mai mare decît viteza sunetului (la ajutajele supersonice şi la cele mixte). Pierderile energetice din acest ajutaj ar reprezenta 7...8% din energia cinetică a gazelor (energia cinetică e proporţională cu φ_1^2).

Cele mai greu de determinat sînt pierderile din camera de amestec, deoarece aici există, pe lîngă pierderile prin şoc şi pierderi prin difuziune şi mai ales pierderi datorite unor repartiţii neuniforme a vitezei în secţiunea A_3. Antrenarea gazului G_2 se face probabil printr-un schimb de materie şi de impulsuri [2] între vîna de fluid antrenant şi cea de fluid antrenat. Cu cît contactul dintre cele două vine de fluid e mai îndelungat, deci pe un traseu mai lung, cu atît difuziunea celor două gaze va fi mai completă.

Bosnjacovic [3] afirmă că difuziunea celor două vine de fluid în cazul aburului e mai rapidă, dacă în ambele vine fluidele au o viteză apropiată una de alta. Pentru aceasta el afirmă că umezirea aburului antrenant, deci încetinirea vitezei lui în camera de amestec prin prezenţa picăturilor de apă, ar fi favorabilă randamentului ejectorului. Această afirmaţie n-a putut fi dovedită nici de încercările lui Lojchin [2] şi nici de ale lui Wiegand [4].

Viteza gazului antrenant în secţiunea A_2 a ajutajului Laval, se poate presupune că este

suficient de uniformă, cu excepția stratului limită, din cauza cifrei Reynolds foarte ridicate, deci a turbulenței foarte accentuate a curentului. In schimb viteza gazului antrenat în jurul secțiunii A_2 nu mai poate fi presupusă constantă

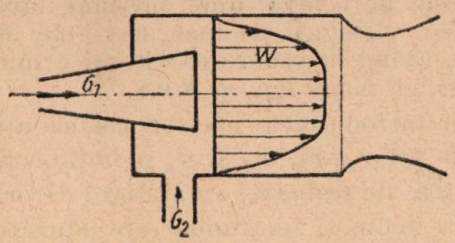


Fig. 6. Variația vitezei în camera de amestec a unui ejector cu gaze reale.

pe secțiune. Din acest motiv se pot obține trei feluri de viteze medii în camera de amestec, după cum se ia ca bază : *debitul* celor doi curenți, legea *impulsurilor* sau legea *constanței energiei*. Fiecare din aceste baze va da o viteză medie diferită. Se poate spune că viteza din camera de amestec este repartizată conform fig. 6. Pentru profilul acestei viteze Karman a propus o variație parabolică

$$w = w_{max}\left[1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right] \tag{44}$$

unde w este viteza într-un punct oarecare al vinei, situat la raza r, w_{max} este viteza din centrul vinei de fluid, adică pentru $r = 0$, iar R este raza maximă a vinei de fluid. Lojchin [2] propune însă o variație sinusoidală

$$w = \frac{w_{max}}{2}\left(1 + \cos\frac{\pi r}{R}\right).$$

Dacă w_m este viteza medie a curentului, se va vedea că această viteză are valoarea diferită, după cum condiția care se ia ca bază în calcul, este una sau alta. In cazul cînd se ia ca bază *debitul*, atunci se obține :

$$G = \gamma \cdot w_m \cdot \pi \cdot R^2 = 2\pi\gamma\int_0^R w \cdot r \cdot dr,$$

deci

$$w_m = \frac{2}{R^2}\int_0^R w \cdot r \cdot dr. \tag{45}$$

Dacă se ia ca bază de calcul *impulsul*, se obține

$$w_{imp} = \frac{2}{w_m \cdot R^2} \cdot \int_0^R w^2 \cdot r \cdot dr, \tag{46}$$

deoarece impulsul este

$$I = \frac{\gamma}{g} \cdot 2\pi \cdot \int_0^R w^2 \cdot r \cdot dr.$$

Dacă se ia ca bază *energia cinetică*, se obține

$$w_{energ} = \frac{2}{w_m \cdot R^2}\int_0^R w^3 \cdot r \cdot dr. \tag{47}$$

Se notează :

$$\frac{w_m}{w_{imp}} = \psi \tag{48}$$

și

$$\frac{w_{imp}}{w_{energ}} = \psi_1. \tag{49}$$

Cele două cîturi caracterizează abaterea vitezei medii din vîna de fluid de la viteza dată de ecuația de continuitate. Valoareal ui ψ este de 0,75 în cazul repartiției parabolice a vitezei și

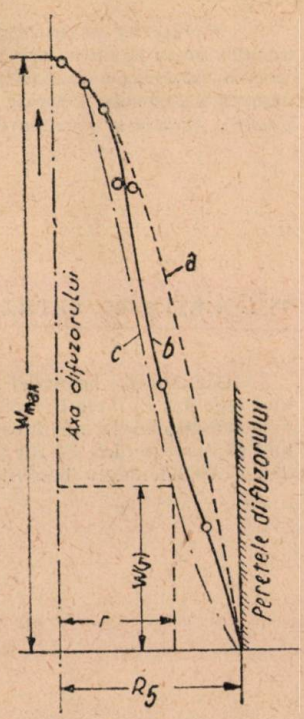


Fig. 7. Repartiția vitezelor amestecului în secțiunea de intrare în difuzor

a — legea parabolică de repartiție ;
b — repartiție stabilită experimental ;
c — legea sinusoidală de repartiție.

0,516 în cazul repartiției sinusoidale. Experiențele lui Lojchin [2] au arătat că de fapt repartiția reală a vitezei este cuprinsă între repartiția parabolică și cea sinusoidală, cum se vede în fig. 7, dar de fapt este mai apropiată de cea

sinusoidală. Raportul determinat experimental are valoarea 0,53...0,54.

Raportul ψ_1 are valoarea 0,943 pentru variația parabolică și 0,940 pentru cea sinusoidală, deci valori foarte apropiate una de alta. O valoare acceptabilă pentru ψ_1 este $\psi_1 = 0{,}941$, cu care trebuie împărțită viteza w_{imp}, pentru a se obține w_{energ}, care este probabil viteza justă stabilită în camera de amestec.

In partea convergentă a difuzorului mai există o scădere de viteză prin frecare, al cărei coeficient se poate lua $\varphi_2 = 0{,}95$. Dacă w_A' este viteza teoretică de amestec, calculată pe baza legii impulsurilor, atunci viteza reală din această cameră va fi

$$w_A = \varphi_2 \cdot \frac{w_A'}{\psi_1}. \qquad (50)$$

De la această valoare w_A se pleacă, pentru a se ajunge în secțiunea A_5 la valoarea vitezei sunetului

$$w_5 = \sqrt{g \cdot x \cdot P_5 \cdot v_5}.$$

In ceeace privește valoarea lui φ_3, deși curgerea în contra unei presiuni crescătoare produce vîrtejuri pe marginea vinei de fluid, totuși, avînd în vedere că viteza se micșorează treptat, se poate lua $\varphi_3 \cong 0{,}8$.

Prin introducerea acestor coeficienți în expresiile lui w_2, w_5, w_A și w_6 se obțin valori mai apropiate de realitate, cu ajutorul cărora se vor calcula acum și secțiunile corespunzătoare ale ajutajului. Pentru a obține în secțiunile A_1 și A_5 viteza sunetului în cazul gazelor reale, este necesară o cădere mai mare de presiune, decît în cazul gazului perfect și anume $\Delta P_{real} = \Delta P_{teoretic}/\varphi^2$.

★

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СООБРАЖЕНИЯ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭЖЕКТОРОВ

Резюме

Совместно рассматриваются с теоретической точки зрения все типы эжекторов, причем анализируется метод их расчета. С этой целью, сначала отражается теория сверхзвукового эжектора с идеальным газом, устанавливается метод его расчета, а затем указываются изменения которые нужно внести в случае эжектора с реальными газами и парового. Даются и численные примеры.

★

THEORETISCHE BETRACHTUNGEN UND BERECHNUNGSVERFAHREN FÜR EJEKTOREN

Der Aufsatz behandelt, vom theoretischen Standpunkt aus, alle Arten von Ejektoren und legt das zu ihrer Berechnung verwendete Verfahren dar. Ausgehend von der Theorie des Uberschallejektoren mit idealen Gas, wird die Berechnungsmethode für denselben festgestellt und alsdann werden die für den Fall des Ejektoren mit wirklichen Gasen und Dampf notwendigen Abänderungen beschrieben. Der Aufsatz bringt auch zahlenmässige Beispiele.

Controlul calităţii aburului prin conductibilitatea electrică

Ing. L. STANISAVLIEVICI

Controlul impurificării aburului prin antrenări de săruri solubile, se poate executa uşor şi repede, măsurînd conductibilitatea electrică specifică a unei probe de abur condesat. Pentru a corespunde exigenţelor unui control de precizie, este nevoie de a executa practic analiza chimică a sărurilor antrenate de către abur, şi a preleva probe din toate acele locuri unde se pot indentifica uşor antrenări de săruri.

Conductibilitatea specifică electrică este o caracteristică fizică folosită larg în controlul de exploatare al regimului apă-abur pentru cazanele de abur. Determinarea se execută repede, poate fi automatizată complet şi nu necesită personal calificat. In sectorul energetic din ţara noastră, această metodă este aplicată pentru controlul purităţii aburului şi al condensatului turbinelor; primul, se execută cu aparate înregistratoare (salinometre) care exprimă măsurătorile în conţinut convenţional de NaCl; al doilea cu aparate indicatoare, etalonate în unităţi de măsură din sistemul C.G.S.

Generalizarea acestui control este deocamdată în funcţie de înzestrare cu aparatele necesare.

Rezistenţa specifică electrică — ρ — indică rezistenţa în ohmi a unui corp de lungime 1 m şi de secţiune 1 mm^2 $\left[\Omega \frac{mm^2}{m}\right]$.

Rezistenţa specifică volumetrică, care interesează aici, are ca dimensiuni [Ω.cm].

Conductibilitatea specifică electrică x este valoarea reciprocă a lui ρ [Ω^{-1} cm^{-1}].

In exploatare se foloseşte de obicei ca unitate de măsură în sistemul C.G.S, siemens-ul (S) microsiemens-ul (μS) : [Ω^{-1}] respectiv [$10^{-6}\Omega^{-1}$].

Conductibilitatea specifică electrică se exprimă atunci în [S. cm^{-1}] sau în [μ S. cm^{-1}]. Pentru comoditatea exprimării se foloseşte după caz, uneori şi dimensiunea (S. mm^{-1})

Conductibilitatea electrică a unui electrolit depinde de numărul de ioni ce se află în soluţie, între electrozi şi de mobilitatea lor. Aceasta din urmă scade cu gradul de hidratare a ionilor. O soluţie de NaOH are la concentraţie echivalentă, o conductibilitate specifică electrică cam de două ori mai mare decît o soluţie de Na_2CO_3 sau de Na_2SiO_3, deoarece ionii OH^- (ca şi ionii H^+ dealtfel) sînt mai puţin hidrataţi.

Din considerentul mobilităţii ionilor decurge faptul creşterii conductibilităţii specifice electrice a electroliţilor odată cu creşterea temperaturii. Din această cauză valoarea conductibilităţii specifice electrice se raportează la o temperatură de referinţă (18°C sau 20°C). Variaţia poate fi considerată aproape liniară şi are ca expresie :

$$x_{20} = \frac{x_t}{1 + c\,\Delta t}$$

în care Δt este diferenţa dintre temperatura electrolitului la care s-a făcut măsurătoarea şi temperatura de referinţă (de pildă 20°C); iar c este un factor care are valorile următoare :

Pentru soluţii diluate de săruri neutre c = 0,020—0,023
,, ,, ,, de leşie 0,019—0,020
,, ,, ,, de acizi 0,009—0,016

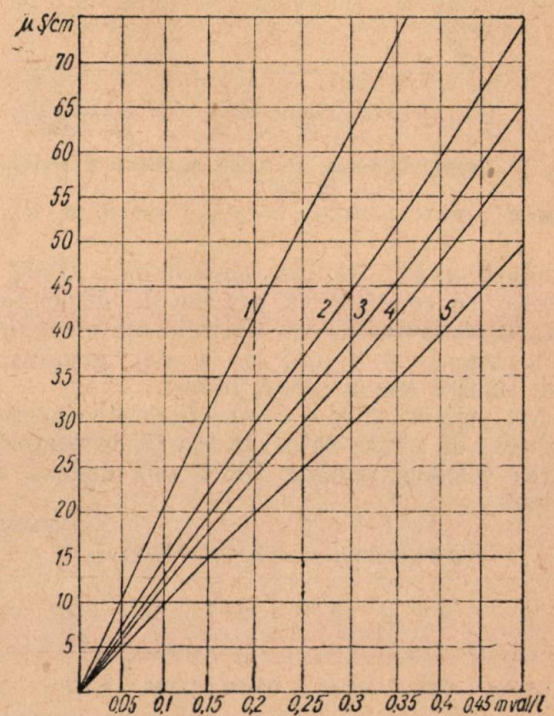


Fig. 1 : Conductibilitatea electrică a diferiţilor electroliţi la 20°C (concentraţii mici)
1 — NaOH : 2 — $NaSiO_3$: 3 — Na_2CO_3 : 4 — $CaSO_4$: 5 — NaCl : Na_2S : Na_3PO_4

Conductibilitatea specifică electrică creşte aproape liniar cu creşterea concentraţiei electrolitului; pentru practica exploatării se poate admite o valoare medie a conductibilităţii, pe mg/l electrolit, pentru concentraţii pînă la 2 000 mg/l. Mai comodă este exprimarea conductibilităţii specifice electrice a electroliţilor în miliechivalenţi la litru (m val/l sau me/l. Fig. 1 dă aceste valori pentru cîteva săruri

mai des întîlnite în ciclul apă-abur al cazanelor, de abur, pentru concentrații pînă la 0,5 m val/l; fig. 2 dă aceste valori pentru concentrații pînă la circa 7,5. mval/l.

Comductibilitatea electrică a unei soluții este o proprietate aditivă și este egală cu suma

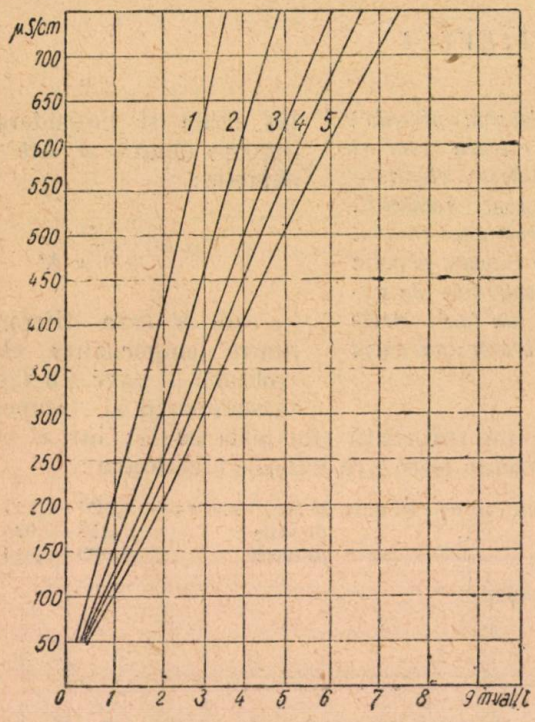


Fig. 2: Conductibilitatea electrică a diferiților electroliți la 20°C

1—NaOH: 2—$NaSiO_3$: 3—Na_2CO_3: 4—$CaSO_4$: 5—NaCl: Na_2SO_4: Na_3PO_4:

conductibilității ionilor electroliților aflați în soluție, cu condiția ca gradele de disociere a acestor electroliți să nu fie influențate reciproc prin prezența unor ioni sau a unor grupuri de ioni similari sau a altor factori.

Apa pură are și ea o conductibilitate electrică. Tabela 1 dă aceste valori în funcție de temperatură; valoarea pentru 100°C este dedusă din calcul.

Tabela 1

Conductibilitatea electrică a apei pure

°C	0	18	25	34	50	100
μS/cm	0,014	0,040	0,058	0,089	0,176	0,78

Valorile acestea sînt atît de mici încît chiar pentru soluții foarte diluate de electroliți nu este cazul, în măsurătorile din exploatare, de a mai introduce corecția pentru conductibilitatea electrică a apei pure.

Valoarea conductibilității electrice a unei soluții nu poate da indicații precise și directe asupra concentrației totale în săruri din această soluție. Relația dintre valorile conductibilității electrice și mărimea concentrației în săruri, depinde de natura chimică a sărurilor aflate în soluție și de concentrația lor respectivă.

Pentru soluții diluate, în care predomină un electrolit, sau pentru soluții în care sărurile aflate în ea și concentrațiile lor sînt oarecum constante, se pot folosi raporturi convenționale de transformare, destul de exacte pentru practică. Astfel, pentru apa de cazane, de presiune mică și medie, în care predomină NaOH, se pot converti valorile conductibilității electrice în mg/l săruri astfel:

$$\frac{x\ [\mu\ S\ cm^{-1}]}{5\ldots5{,}5} \cong \text{conținut de săruri (mg/l}$$

pentru cazane de presiune înaltă și foarte înaltă, se poate folosi relația:

$$\frac{x\ [\mu\ S.\ cm^{-1}]}{2\ldots2{,}5} \cong \text{conținut de săruri (mg/l).}$$

Pentru controlul aburului saturat și supraîncălzit, valorile conductibilității electrice se transformă, în general, cum am amintit, convențional în mg/l NaCl.

Aceste transformări convenționale sînt comode pentru practică, dar nu sînt exacte; mai just este a exprima măsurătorile conductibilității electrice în unitățile respective și pe baza unor analize chimice periodice, a fixa limitele care trebuie respectate în exploatare.

Influența gazelor CO_2 și NH_3 trebuie luată în considerare, mai ales în soluțiile foarte diluate de electroliți (cum ar fi probele de abur și de condensat de la turbine). Aceste gaze provin fie din apa de alimentare, fie din tratarea apei în interiorul cazanului, fie că iau naștere din reacțiile chimice în apa din cazan.

Conductibilitatea specifică electrică, la 20°C, a bioxidului de carbon, este de 0,6 μ S cm^{-1} pentru 1 mg/l; iar pentru amoniac ea este de circa 7,4 μ S cm^{-1} pentru 1 mg/l. Problele de abur și de condensat trebuie degazate în prealabil, prentru ca măsurătorile să corespundă conținutului real în electrolit. Aparatele de măsurat conductibilitatea electrică posedă dispozitivele necesare pentru degazarea prealabilă a probelor. O atenție specială trebuie acordată amoniacului (adăogat uneori apei de alimentare sau apei din cazan, pentru alcalinizare, ca atare sau sub formă de combinații chimice), care se elimină mai greu decît bioxidul de carbon.

O altă sursă de impreciziune la aceste măsurători apare din faptul că prin conductibilitatea electrică nu sînt cuprinse substanțele nedisociate electrolitic, cum ar fi silicea coloidală și substanțele organice. La presiuni de regim mai mari de 60 at silicea poate trece în abur, prin dizolvare, sub formă de SiO_2, nedisociată, scăpînd astfel controlului prin măsurarea conductibilității electrice și provocînd depuneri pe paletele turbinelor. In acest caz trebuie organizat un control chimic al aburului în privința prezenței silicei coloidale — care completează controlul electric.

Fixarea limitelor pentru valorile conductibilității electrice care trebuie respectate în exploatare, pentru ciclul apă-abur, pe baza analizelor chimice, sînt exemplificate mai jos. Procedeul se aplică și în cazul unor instalații noi, pentru care se cunosc datele principale ale analizei chimice a ciclului apă-abur.

Fie o *apă de alimentare* cu caracteristicile: duritatea totală 0,1° d; săruri totale (rezidiu la evaporare) 100 mg/l; alcalinitate $p = 1$ m val/l; alcalinitate $m = 1{,}5$ mval/l, săruri alcaline în apă:

$NaOH$ $2p\text{-}m = 0{,}5$ mval/l. corespunzător la 20 mg/l

$Na_2CO_3 2(m\text{-}p) = 1$ mval/l, corespunzător la 53 mg/l

Duritatea este considerată a fi constituită din $CaSO_4$, corespunzînd unei concentrații de 0,036 mval/l resp. 2,4 mg/l. Suma sărurilor astfel determinate reprezintă 75,4 mg/l. Diferența pînă la 100 mg/l poate fi considerată, fără prea mare eroare a fi constituită din Na Cl, Na_2SO_4 și Na_3PO_4, corespunzătoare unei concentrații de 24,6 mg/l, în care predomină clorura de sodiu, ceea ce corespunde la 0,42 mval/l. Conductibilitatea electrică, la 20°C, a acestei soluții va fi de aproximativ (conform fig. 1 și 2) după degazare:

$NaOH$	0,5 mval/l	$\mu S\ cm^{-1}$	104
Na_2CO_3	1 mval/l	$\mu S\ cm^{-1}$	130
$CaSO_4$	0,036 mval/l	$\mu S\ cm^{-1}$	4,5
Na_3PO_4	0,45 mval/l	$\mu\ S\ cm^{-1}$	41,5

Suma este 280 μ S: cm^{-1}

Fie *o apă din cazan cu* caracteristicile:
Conținutul în săruri (rezidiu la evaporare) 300 mg/l; duritate 0°d; alcalinitate $p = 1{,}25$ m mval/l; cloruri (Cl^-) = 35 mg/l $P_2O_5 = 10$ mg/l.
Conținutul în săruri astfel determinate este de 131 mg/l, și anume:

$NaOH = 50$ mg/l

$NaCl = 58$ mg/l

$Na_3PO_4 = 23{,}1$ mg/l

Diferența de 169 mg/l pînă la 300 mg/l este considerată a fi constituită din Na_2SO_4, corespunzînd la 2,38 mval/l.
Conductibilitatea electrică la 20°C a acestei soluții va fi

$NaOH$	1,25 mval/l	$\mu\ S\ cm^{-1}$	269
$NaCl$	1 mval/l	$\mu\ S\ cm^{-1}$	100
Na_3PO_4	0,42 mval/l	$\mu\ S\ cm^{-1}$	41,5
Na_2SO_4	2,38 mval/l	$\mu\ S\ cm^{-1}$	245

Suma este 655,5 μS. cm^{-1}; raportul de transformare este în acest caz 655,5 : 300 ≃ 2,2.

Fie un *condensat de turbină*, cu un conținut în săruri de 5 mg/l. Alcalinitatea $p = 0{,}05$ mval/l; alcalinitatea $m = 0{,}1$ mval/l; cloruri și silice lipsă.

Sărurile dizolvate sînt constituite din Na_2CO_3 = 0,1 mval/l corespunzător la 5,3 mg/l.
Conductibilitatea electrică a acestui condensat va fi de 13 μ S. cm^{-1}.

* * *

Sînt dese cazurile în exploatare cînd se constată depuneri în supraîncălzitor sau pe paletele turbinei, aburul generat de cazan fiind „curat"
Un conținut chiar minimal de substanțe solide în aburul saturat reprezintă totuși în exploatare, cantități apreciabile care parcurg diferitele părți ale instalației (supraîncălzitorul, conducta, turbina). La o producție orară de 150 t abur, o impurificare de ordinul 0,3 mg/kg reprezintă o cantitate de peste 1 kg în 24 h. Fig. 3 redă pentru

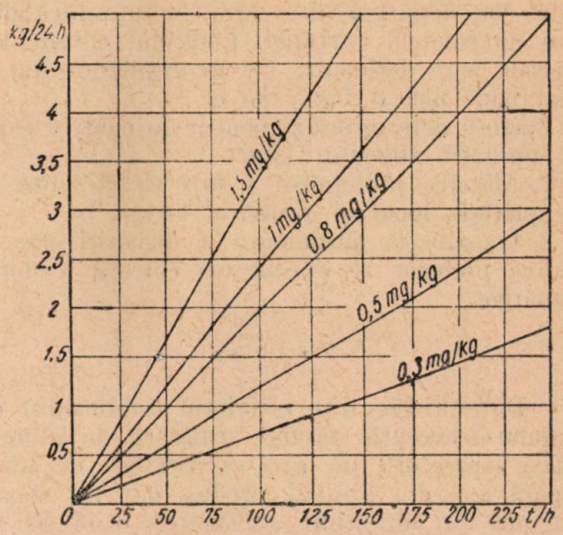


Fig. 3: Cantitatea de impurități solide antrenate de abur, în funcție de puritatea lui și de producție.

ușurința aprecierii, cantitățile de impurități solide antrenate de către abur, în 24 h în funcție de gradul de impurificare a lui și de producția orară. Nu întreaga cantitate de săruri din abur se depune în instalație; fenomenul depunerii sărurilor din abur este complex și a fost expus cu altă ocazie tot în acest cadru *) apare însă limpede necesitatea unui control riguros executat prin procedee exacte și precise.

Pentru a avea însă indicații utile prin măsurarea conductibilității electrice, mai este nevoie ca aceste măsurători să poată permite să se tragă concluzii utile și juste și să se ia măsuri de remediere dacă este cazul — a unor situații anormale.

Dificultatea principală — indiferent de metoda de control folosită pentru determinarea impurităților din abur, fie ea chimică sau electrică — constă în a colecta o probă, care să reprezinte media reală a stării de calitate a aburului. In caz contrar controlul nu detectează suficient de exact impurificările, gradul de impurificare este

*) L. Stanisavlievici: *Depuneri de săruri în turbinele cu abur*" Energetica și Hidrotehnica nr. 3/1955, pag. 16.

apreciat greşit şi ca urmare, nu se pot lua măsuri de remediere. Pentru cazane de presiune înaltă acest lucru este mai important, deoarece intervin ca impurificări ale aburului şi substanţe nedisociate, silicea în primul rînd — pentru care limitele tolerate sînt extrem de mici.

Identificarea sursei şi a locului de impurificare a aburului saturat — din cauza unor deficienţe locale ale dispozitivelor de separarea apei şi de uscarea aburului sau ale unui început de spumegare a apei din cazan — este îngreunată sau chiar imposibilă, dacă nu se pot lua probe de abur din chiar locurile, sau din vecinătatea lor, unde se produc asemenea deficienţe.

Pot apare din aceeaşi cauză şi anomalii în sens opus : aburul apare impurificat, în măsură mai mică sau mai mare fără ca în exploatare să aibă loc depuneri de săruri în supraîncălzitor sau pe paletele turbinei. Controlul chimic sau electric pare deficient, iar în exploatare nu se mai pune nici o bază pe el.

Factorii determinanţi pentru un control exact al purităţii aburului sînt :

1. Alegerea judicioasă a prizelor de abur, în ce priveşte locul şi numărul lor ;

2. Construcţia judicioasă a dispozitivelor de luarea probelor şi executarea corectă a determinărilor.

* * *

Dispozitivele din interiorul tamburului cazanului — excepţie făcînd spălătorii de abur — adică separatorii de apă şi uscătorii de abur, separă apa din aburul produs, dar nu separă din apă sau din abur substanţele dizolvate de către acestea.

De aici rezultă următoarele accepţiuni. In condiţii egale de exploatare, pentru aceeaşi cantitate de apă ce trece în abur, conţinutul aburului în substanţe solide, trebuie să fie proporţional cu concentraţia apei din cazan. Aceasta este valabilă pentru concentraţii ale apei din cazan sub cea „critică", cînd începe spumegarea şi cînd trecerile de apă devin anarhice şi nu mai sînt în raport direct cu sarcinile cazanului, adică cu eficacitatea dispozitivelor de separare şi uscare.

Efectul dispozitivelor din interiorul tamburului fiind în raport cu viteza de trecere a aburului antrenarea de apă este proporţională cu sarcina cazanului, celelalte condiţii de exploatare (de exemplu concentraţia apei din cazan, nivelul apei) rămînînd neschimbate.

In exploatare se constată însă că atunci cînd aceste corespondenţe sînt satisfăcute este mai totdeauna vorba de o deficienţă a dispozitivelor din interiorul tamburului, de un început de spumegare, sau de o altă cauză care provoacă antrenări accentuate de apă de către abur.

In mod normal, adică cînd nu există deficienţe în exploatare şi aburul generat de cazan trebuie să fie lipsit de impurificări, nu apare nici o corespondenţă dintre sarcina pe cazan, concentraţia apei din cazan şi conţinutul în impurităţi din abur. Mai evidentă apare această anomalie la controlul pe cale electrică, decît pe cale chimică.

Cauzele sînt următoarele :

Antrenarea apei din cazan în spaţiul de abur, are loc sub forma unor picături fine, ca o ceaţă ; numai o parte din aceste cantităţi trec în aburul saturat uscat, impurificîndu-l. Dacă însă această antrenare este accentuată şi dacă viteza aburului în conducta de priză este mică, se poate separa un film de lichid pe suprafaţa interioară a conductei sau se pot strînge local, pungi de lichid. Acest lichid fiind mult mai concentrat în săruri decît aburul, dacă intră în proba de abur va da rezultate necorespunzătoare la măsurători, mai mari decît cele reale. Deficienţa aceasta a dispozitivelor de luarea probelor, poate masca antrenarea mai accentuată de apă de către abur ; probele de abur arată cam acelaşi grad de impurificare (de obicei mare), independent de sarcina cazanului şi de concentraţia apei din cazan. Un asemenea caz tipic îl redau valorile tabelei 2, reproduse după date din exploatare.

Concentraţia apei din cazan, raportată la indicele de alcalinitate ($I.A = 40\,p$) a variat între 100 şi 400, norma prescrisă fiind de 250 ± 50 ; sarcina pe cazan a variat între 10 şi 60 t abur pe oră (debitul normal fiind de 70 t/h). Proba de abur saturat luată la ieşirea din tambur, din fascicolul mijlociu de ţevi, înainte de intrarea în supraîncălzitor, a fost analizată chimic în privinţa conţinutului în cloruri (prin titrare cu $AgNO_3$, 0,02 n, în 200 cm^3). După cum rezultă din tabelă, gradul de impurificare al aburului saturat apare foarte mare şi este practic constant, independent de condiţiile de exploatare. De remarcat însă, că această impurificare aparent masivă nu a dus în exploatare la depuneri de săruri pe paletele turbinei.

Tabela 2

Impurificarea aburului saturat din cauza deficienţei dispozitivului de luat probe

Apa din cazan *IA*	mg/l Cl în aburul saturat — Sarcina t/h			
	30	40	50	60
100	3,29	3,52	3,40	3,08
200	2,63	1,94	2,46	2,84
300	2,27	2,40	2,19	2,66
400	2,70	2,68	3,08	3,26

Dacă dispozitivele de luat probe sînt corect executate şi montate, antrenarea apei de către abur duce la impurificarea acestuia mai mult sau mai puţin intensă, dar prezentînd o corelaţie cu variaţiile de sarcină sau respectiv cu concentraţia apei din cazan. Fig. 4 arată variaţia impurificării aburului saturat — exprimată în mg/l Cl — în funcţie de variaţia concentraţiei apei din cazan exprimată în indice de alcalinitate.

Sarcina caz anului a variat în limitele obişnuite la centrale de bază, impurificarea aburului nu a prezentat însă o dependenţă de sarcină ; aceasta denotă că există o antrenare constantă de apă, deoarecare intensitate, de către abur, datorită

randamentului insuficient al dispozitivelor de uscarea aburului. Localizarea deficienței nu a fost posibilă pe baza acestor rezultate, deoarece prizele de abur sînt dispuse așa cum se obișnuiește

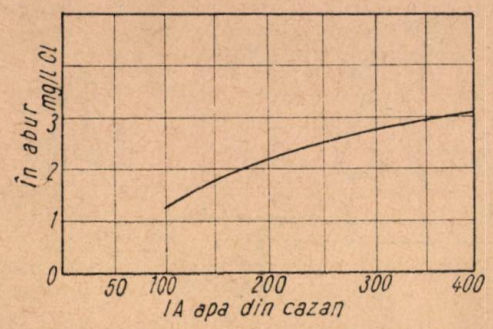


Fig. 4 : Impurificarea aburului saturat prin antrenări de apă

în general — pe anumite conducte din fascicolele care duc aburul saturat spre supraîncălzitor adică în puncte unde fenomenul de antrenare nu se mai poate localiza, ci numai constata prin efectul său.

Dacă însă antrenarea de apă este foarte redusă, respectiv dacă în conductele de priză viteza aburului este suficient de mare pentru a nu permite formarea unui film de lichid, rezultatele măsurătorilor nu sînt vizibil influențate de variația condițiilor de exploatare. Valori mari ale impurificării aburului măsurate în acest caz, (prin conductibilitatea electrică), se datoresc influenței gazelor din abur : bioxid de carbon și amoniac.

Influența gazelor din abur poate fi constantă sau poate varia în funcție de condițiile de exploatare. Prezența lor în aburul saturat, nu se poate determina totdeauna chiar cu metode chimice exacte, deoarece concentrația lor — în aburul „curat"—poate fi extrem de redusă, dar totuși suficientă pentru a influența, mărindu-le valorile conductibilității electrice. In acest din urmă caz se va identifica influența lor, variind condițiile de exploatare în ce privește apa de alimentare.

Conținutul în gaze din abur este în funcție de cantitatea apei de alimentare ; dacă compoziția acesteia (condensat + apă epurată) variază proporțional cu sarcina cazanului, conținutul în gaze reziduale din abur va fi practic constant. In acest caz, valorile conductibilității aburului saturat nedegazat nu vor varia practic, cu sarcina pe cazan. Dacă compoziția apei de alimentare variază, vor apare și variații ale valorii conductibilității aburului saturat nedegazat.

Uneori se constată că la micșorarea concentrației apei din cazan prin mărirea purjelor sau la creșterea rapidă a sarcinii, valorile conductibilității electrice ale probelor de abur cresc. Aceasta este numai aparent nelogic, nefiind vorba aici de o impurificare a aburului prin antrenări de apă, ci de influența gazelor reziduale. In cazurile de care este vorba, are loc o alimentare mai intensă cu apă a cazanului ; ca urmare va avea loc o degajare mai mare de gaze în abur, din gazele aduse cu apa de alimentare sau din cele degajate în cazan prin reacțiile chimice dintre sărurile dizolvate.

In același mod se explică scăderea temporară a valorilor conductibilității electrice a aburului saturat, cînd crește alcalinitatea apei din cazan prin un adaos de NaOH. In acest caz are loc legarea CO_2 liber din apă, și deci o micșorare a concentrației de gaze în aburul saturat.

In cazul prezenței unui film de lichid pe suprafața interioară a conductelor de luat probe de abur, pot apare și impurificări adiționale care falsifică rezultatele obținute prin control. Acestea sînt datorite mai ales unor produse de coroziune ale metalului conductelor, care nu satisfac calitativ condițiilor impuse.

Proba de abur reprezentînd numai o parte mică din cantitatea totală de abur, conținuturile relative de picături de apă și de abur din probă, suferă influența diverșilor factori ca : viteza aburului în conducta prizei, situația locală a prizei, cantitatea de abur luată pentru probă, particularitățile constructive ale dispozitivului de luat probe. Influența acestor factori apare cînd aburul este impurificat, adică atunci cînd au loc antrenări *mici* de apă. In cazul aburului curat, vor apare numai influența gazelor reziduale în cazul aburului impurificat intens, acești factori ca și ceilalți trecuți în revistă sînt mascați de antrenările masive de apă. Pentru un sistem dat, factorii amintiți mai sus rămîn însă practic constanți.

Pentru controlul spumegării apei din cazan, probele de abur saturat luate din prizele normale — colector de abur sau conducte de abur spre supraîncălzitor — nu pot da indicații utile dacă influența factorilor de care s-a vorbit : film de lichid în interiorul conductelor de priză, pungi de apă în sistemul de luat probe, coroziuni gaze reziduale, nu au fost identificate și eliminate. Astfel pot apare începuturi de spumegare necontrolate, care pot provoca neajunsuri în exploatare. Pentru acest control este nevoie de prize de abur din interiorul tamburului.

Pentru o corectă apreciere a rezultatelor controlului (chimic sau electric) al purității aburului, este nevoie ca :

1. Pe lîngă prizele „normale" de abur saturat din colector sau din conductele spre supraîncălzitor să se dispună și prize așa zise „anormale" și anume din acele locuri unde există condiții favorabile de a localiza antrenările de apă și începutul spumegării. Dacă apar anomalii în exploatare (antrenări, spumegări), vor apare și diferențe vădite între probele luate ; aceste diferențe sînt mai semnificative decît rezultatele probelor însăși. Aceste probe vor arăta o corelație strînsă între condițiile de exploatare (sarcina pe cazan și concentrația apei din cazan) și măsurătorile conductibilității electrice.

Asemenea locuri de priză sînt în interiorul tamburului, între diferitele trepte de uscare ale aburului și din drenajul colectorului de abur saturat.

Problele de abur, luate la intrarea în uscătorul de abur, vor permite sezisarea începutului spumegării, prin valorile mari obținute la măsurarea conductibilității electrice, prin variația frecventă a acestor valori și prin compararea variației raportului.

$$\frac{\text{Conductibilitatea electrică a probei de abur saturat}}{\text{Conductibilitatea electrică a probei de apă din cazan}}$$

Acest raport va fi controlat periodic, în laborator, prin valorile respective ale rezidurilor uscate. Valori mari ale acestui raport și variația lui frecventă, denotă începutul spumegării.

2. Dispozitivul de luarea probei de abur, să nu permită impurificarea adițională a aburului sau în cazul cel mai rău, aceasta să fie constantă și limitată la valori minime. Conductele trebuie să fie executate din oțel aliat, robinetele de asemenea, iar condensatorii din țevi de aramă sau alamă.

Viteza aburului în conducta de priză să fie atît de mare, încît să nu permită formarea unui film de lichid pe suprafața interioară a conductei; proba de abur să fie suficient de mare pentru a anula practic influența impurificărilor adiționale. Diametrele conductelor vor fi de 3/8″ sau 1/4″; în conducte nu trebuie să se formeze pungi de apă, nici curenți contrarii. Probele de abur vor fi degazate în prealabil.

Toate conductele prizelor trebuie concentrate într-un punct potrivit, fiecare va fi condensată separat (fig. 5) și apoi răcită la temperatura

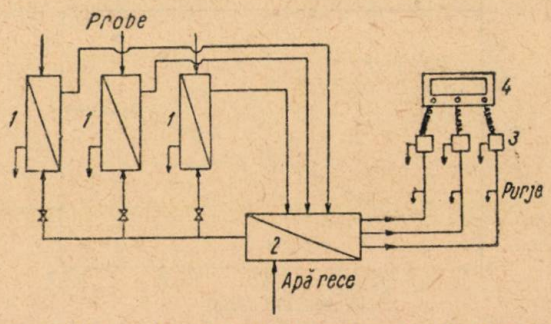


Fig. 5: Schema dispozitivului de luat probe de abur și de măsurat conductibilitatea electrică:
1 — Condensatori: 2—Răcitor: 3—Celule de măsurat: 4—Aparat de măsurat

dorită. Condensatele astfel obținute, vor curge continuu prin cîte o celulă de măsurat. Acestea sînt legate la un singur aparat de măsură; citirile se pot face periodic cu ajutorul unor comutatori, de preferat este însă o înregistrare pe o foaie comună, în culori diferite.

★

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПАРА ПОСРЕДСТВОМ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ

Р е з ю м е

Контроль загрязнения пара уносами растворимых солей, можно быстро и легко произвести измеряя удельную электропроводность пробы конденсата. Для соответствия условиям точного контроля, необходимо периодически производить химический анализ унесенных паром, солей и брать пробы из всех мест где можно легко определить уносы солей.

★

PRÜFEN DER DAMPFGÜTE MITTELS ELEKTRISCHER LEITFÄHIGKEIT

Die Verunreinigung des Dampfes durch Mitschleppen von löslichen Salzen kann leicht und schnell geprüft werden, wenn die spezifische elektrische Leitfähigkeit einer Probe verdichtetem Dampfes gemessen wird. Um den Forderungen einer genauen Prüfung zu entsprechen soll periodisch die chemische Analyse den vom Dampf mitgeschleppten Salze durchgeführt und Proben von allen Stellen wo leicht Salmzmitschleppungen entdeckt werden können, entnommen werden.

Studiu tehnico-economic a legării conductoarelor de protecţie a liniilor de 35 kV la cadrele staţiei

Ing. D. MARC

In prezent protecţia staţiilor de 35 kV împotriva supratensiunilor se execută, conform prescripţiilor existente, cu întreruperea conductorului de protecţie la ultimul stîlp al liniei şi protejarea ultimei deschideri a liniei prin paratrăsnete independente. Pe baza studiului original alăturat se arată o metodă nouă de protejarea anumitor staţii de 35 kV prin care se aduce conductorul de protecţie pînă pe cadrele staţiei, simplificînd şi eftinind prin aceasta (fără a micşora gradul de siguranţă) protecţia staţiei. Lucrarea este originală şi adoptarea ei aduce economie mare în protecţia staţiilor de 35 kV.

Protecţia staţiilor împotriva supratensiunilor atmosferice cuprinde două părţi distincte : protecţia împotriva loviturilor directe ale trăsnetului şi protecţia împotriva undelor de supratensiuni incidente din linie.

Protecţia împotriva loviturilor directe ale trăsnetului în staţie, are ca scop preîntîmpinarea deteriorării aparatajului din staţie sub acţiunea termică şi mecanică a trăsnetului.

Literatura în această direcţie este suficientă pentru proiectarea şi realizarea unei protecţii satisfăcătoare. Soluţia clasică de protecţie este plantarea pe teritoriul staţiei a unui număr oarecare de paratrăsnete verticale (tip Franklin) în aşa fel încît toate obiectivele care trebuie protejate să intre în zona de protecţie a paratrăsnetelor. Sînt cunoscute şi alte soluţii cum ar fi plasele metalice fixate deasupra staţiei pe cadre (în cazul staţiilor cu tensiuni de 110 kV şi mai mari) şi alte sisteme.

Probleme mai dificile se ivesc la protecţia staţiilor împotriva undelor de supratensiune incidente din linie. In rezolvarea acestei probleme intervine construcţia şi felul de protecţie împotriva supratensiunilor liniilor de înaltă tensiune care intră în staţie, nivelul de izolaţie a staţiei, coordonarea izolaţiei, precum şi configuraţia staţiei respective.

Din punct de vedere a protecţiei liniilor se disting două soluţii mai răspîndite : protecţia liniei cu conductor de protecţie pe întreaga lungime şi protecţia liniei numai la intrarea în staţie. Aceste două soluţii se referă la linii cu tensiuni mai mari de 20 kV.

Prima soluţie este cea mai eficace. Ea echivalează cu o protecţie totală a liniilor de înaltă tensiune împotriva supratensiunilor atmosferice, în cazul cînd unghiul de protecţie al conductorilor (sau conductorul) de protecţie este mai mic de 30°. Soluţia a doua are ca scop limitarea supratensiunilor care ar apare în staţie în cazul unei lovituri directe în linie, în imediata apropiere a staţiei, limitînd totodată valoarea curenţilor care se scurg prin descărcătoarele cu rezistenţă variabilă la valori admise din punct de vedere a stabilităţii termice a descărcătorului.

Schema de protecţie tip a staţiilor cu tensiunea de 35 ÷ 110 kV şi mai mult este dată în fig. 1.

In această figură rolul conductorului de protecţie este cel arătat mai sus. Descărcătoarele tubulare DT_1, se montează numai în cazul cînd linia nu este protejată pe întreaga lungime cu conductor de protecţie, precum şi în cazul cînd conductorii nu au unghiul corespunzător normelor.

Descărcătoarele tubulare DT_2 se montează pe cadrul de ieşire sau dacă acest lucru este

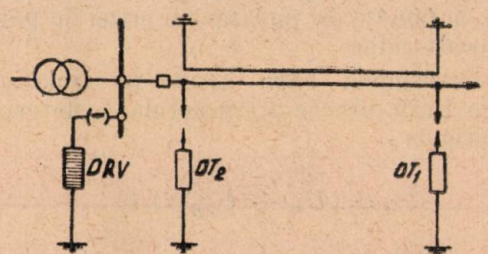


Fig. 1. Schema de protecţie tip a staţiilor cu tensiunea de 35 ÷ 110 kV

dificil, pe primul stîlp al liniei şi au ca scop, protecţia separatorului sau întreruptorului în poziţia deschisă.

Intr-adevăr, în cazul cînd separatorul sau întreruptorul este deschis şi din linie vine o undă de supratensiune a cărei mărime este limitată de nivelul de izolaţie al liniei în punctul unde întîlneşte întreruptorul deschis, are loc o reflecţie pe o capacitate mult mai mică decît în schema normală cînd intervine capacitatea întregii staţii şi supratensiunea atinge practic o valoare dublă undei incidente. In aceste condiţii conturnarea aparatului este sigură. In cazul cînd se montează descărcătorul tubular, acesta taie unda reflectată şi asigură protecţia separatorului sau întreruptorului deschis.

Conductorul de protecţie al liniei fie, că este pe întreaga lungime, fie că protejează numai porţiunea de sosire, ia asupra sa lovitura directă a trăsnetului. Sarcina electrică, respectiv curentul trăsnetului se scurge în acest caz în pămînt prin intermediul prizelor, care se

amenajează la fiecare stîlp. Priza de pămînt a conductorului de protecţie se dimensionează din condiţiile preîntîmpinării conturnărilor inverse de la stîlp la fazele active .

In prescripţiile pentru protecţia instalaţiilor electrice impotriva supratensiunilor atmosferice (L-2), la paragraful 22 se spune : „conductorii de protecţie la intrările liniilor în staţii, avînd tensiunea mai mare decît 35 kV se pot lega în cadrul staţiei. Pentru staţii care au o

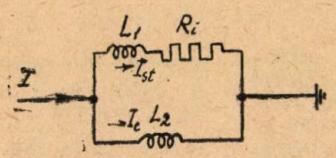


Fig. 2. Schema de calcul a supratensiunilor care apar în vîrful stîlpului în cazul unei lovituri directe în stîlp]

tensiune de 35 kV sau mai mică, prima deschidere a intrării în staţie se protejează prin paratrăsnete verticale.

Restricţia care se pune pentru staţiile de 35 kV are ca bază tocmai preîntîmpinarea conturnării izolaţiei staţiei în cazul unei lovituri de trăsnet în conductorul de protecţie în apropierea staţiei.

In această lucrare se demonstrează că această restricţie nu este generală şi în foarte multe cazuri, în funcţie de parametrii prizei de pămînt ea se poate ridica.

Supratensiunea care apare pe izolaţie în cazul loviturii directe a trăsnetului se determină prin formula :

$$U_{iz} = (U_{st} + U_{ind})\,(1\text{-}k) \qquad (1)$$

unde :

U_{st} este potenţialul în vîrful stîlpului datorit scurgerii curentului trăsnetului prin stîlp ;

U_{ind} — potenţialul indus pe conductorii activi datorită loviturii trăsnetului ;

K — coeficientul de cuplaj.

Schema de calcul a supratensiunilor care apar în vîrful stîlpului în cazul unei lovituri directe în stîlp este dată în fig. 2.

L_1 este inductanţa stîlpului lovit ;

R_i — rezistenţa la impuls a prizei de pămînt a stîlpului ;

L_2 — inductanţa conductorilor de protecţie care pleacă de pe stîlp ;

I — curentul trăsnetului ;

I_{st} — curentul în stîlp ;

I_c — curentul prin conductorul de protecţie.

In această schemă parametrii uniform distribuţii au fost înlocuiţi cu parametrii concentraţi. Acest lucru nu introduce vreo eroare apreciabilă în calcule şi este recomandat în „Indreptarul de protecţie împotriva supratensiunilor atmosferice a instalaţiilor electrice de curent alternativ cu tensiune mai mare de 1 000 V" editat de Ministerul Centralelor Electrice şi Industriei Electrotehnice a U.R.S.S., Ediţia din 1954 (L-1).

In calcule se porneşte de la un nivel dat de protecţie a liniei.

Pentru sosirile liniilor se recomandă următoarele nivele de protecţie minimă

110 kV	125 kA
35 kV	75—100 kA

Nivelul de protecţie în kA trebuie înţeles în sensul că o lovitură de trăsnet de intensitatea respectivă să nu producă conturnarea izolaţiei.

Dacă urmărim pe curba probabilităţii apariţiei curenţilor de trăsnet de o anumită valoare frecvenţa loviturilor de 75, 100 şi 125 kA (fig. 3), vom constata că la altitudini pînă la 500 m probabilitatea loviturilor de aşa intensitate este extrem de mică : 6% ; 2,5% şi 1% pentru intensităţile respective (In regiunile cu altitudine mai mare de 500 m această probabilitate scade la jumătate).

Tensiunea pe izolaţia stîlpului se compune din trei părţi : căderea de tensiune în priza de pă-

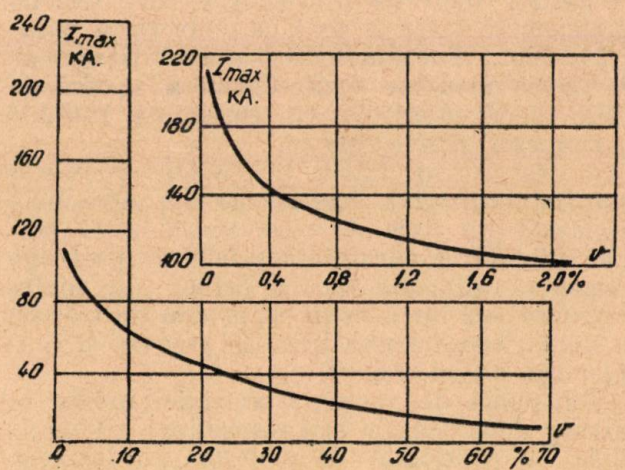


Fig. 3.

mînt a stîlpului, căderea de tensiune în inductanţa stîlpului datorită scurgerii curentului de trăsnet prin stîlp şi tensiunea indusă în conductorii activi.

In fig. 4 se dă caracterul general al variaţiei tensiunii pe izolaţia stîlpului ca rezultat al însumării celor trei componente.

Căderea de tensiune inductivă are influenţă mai mult în cazul stîlpilor de înălţime mare. La stîlpi obişnuiţi de linie căderea inductivă nu depăşeşte 20% din tensiunea maximă pe stîlp şi scade cu cît scade înălţimea stîlpului.

Prescripțiile de protecție contra supratensiunilor (L-1) pag 76), recomandă pentru calculele practice, neglijarea căderii inductive din stîlp și folosirea tensiunii de conturnare de 50%.

In acest caz, potențialul maxim pe izolația stîlpului se calculează :

$$U_{50\%} = (1-k)\ (I_{st\ max}\ R_i + U_{ind\ max}). \qquad (2)$$

In această formulă K se determină din nomograme cu corectura respectivă datorită influenței coronei de impuls sub forma :

$$K = K_0\ K_1$$

unde : K_0 este coeficientul de cuplaj geometric iar K_1 coeficientul de corecție datorită influenței coronei de impuls ; curentul $I_{st\ max}$ se consideră proporțional cu curentul trăsnetului $I_{st\ max} =$

$$= m\ I_{max} \text{ — unde } m = \frac{1}{1 + \frac{L_1}{L_2} + \frac{\pi R_i}{2\omega L_2}}.$$

Valoarea inductanței L_1 pentru majoritatea stîlpilor este cuprinsă între 8 și 12 μ Henry, deci se poate folosi în calcul o valoare medie de 10 μ Henry. Inductanța L_2 este proporțională cu lungimea deschiderii și se poate considera 0,42 l pentru cazul a două conductoare de protecție și 0,67 l pentru un singur conductor de protecție (unde l se ia în metri)

$$\omega = \frac{100}{I} \text{ unde } I \text{ se ia în kA.}$$

Tensiunea indusă se determină prin formula :

$$U_{ind} = a\ h_{med}$$

h_{med} fiind înălțimea medie a conductorului față de pămînt, iar : a — un coeficient depinzînd de amplitudinea curentului trăsnetului. Valoarea lui a se dă în tabela 1.

Tabela 1

Valoarea coeficientului a în funcție de amplitudinea curentului trăsnetului

a kV/m	30	25	20
I_{max} kA	200	150	100

Deci tensiunea în vîrful stîlpului se poate scrie

$$U_{st} = \frac{U\,50\%}{1-K} - U_{ind\ max}. \qquad (3)$$

In cazul cînd vrem să verificăm tensiunea în vîrful stîlpului, independent de tensiunea de conturnare a izolației stîlpului putem transcrie formula (3) sub forma :

$$U_{st} + I\ R_i + \frac{aZ_{st}}{c}\ h\ . \qquad (4)$$

Formula (4) rezultă știind că impedanța de undă este $Z = \sqrt{\frac{L_0}{C_0}}$, iar viteza de propagare $v = \frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}}$; deci $L_0 = \frac{Z}{v} = \frac{Z}{c}$, deoarece viteza de propagare se consideră egală cu viteza luminii. Inductanța stîlpului devine deci : $L_{rt} = L_0\ h = \frac{Z}{c}\ h$. Intrucît se poate considera că panta undei de curent este dată printr-un coeficient a, rezultă : $L_1 \frac{dI_{st}}{dt} = \frac{aZ_t}{c}\ h$.

In formula (4) a este panta undei de curent în kA/μ s și se determină numeric tot din tabela 1. Z_{st} este impedanța de undă a stîlpului se poate lua după datele Institutului Politehnic din Leningrad (L-3 pag. 230) ; h — înălțimea construcției în metri, iar c — viteza luminei în m/μ s (300 m/μ s).

Să verificăm pentru cadru de intrare în stație a liniei de 35 kV valoarea supratensiunii în cazul loviturii directe de trăsnet pe ultima deschidere a liniei.

Practic putem considera că lovitura are loc în vîrful cadrului de intrare neglijînd aplatizarea undei, pe cei cîțiva metri de conductor.

Inălțimea normală a cadrului este de maximum 8 m. Considerînd cadrul cu conductoare de protecție putem lua înălțimea construcției de 10 m.

Din tabele găsim pentru Z_{st} (L-3 pag. 230) valoarea 70—90 ohmi. Considerăm acoperitor $Z_{st} = 100$ ohmi.

Pentru stații de 35 kV nivelul de protecție se prescrie de 75—100 kA. Luăm acoperitor limita superioară 100 kA.

a — din tabela 1 pentru 100 kA se dă 20 kV/m

Inlocuind în formula (4) obținem :

$$U_{st} = 100\ R_i + \frac{20 \cdot 100}{300} 10 = 100\ R_i + 66 \text{ kV}. \qquad (5)$$

In felul acesta se obține o ecuație liniară a tensiunii U_{st} în funcție de rezistența la impuls a prizei de pămînt. Reprezentînd această ecuație grafic (fig. 5), putem determina sau supratensiunea care apare pe stîlp în funcție de

rezistența prizei de pămînt, sau valoarea necesară a rezistenței prizei de pămînt în funcție de nivelul izolației stației.

Tensiunile de conturnare (sub acțiunea undelor de șoc) a izolației este dată în tabela (L-4

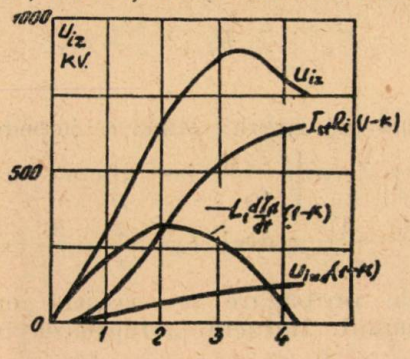


Fig. 4. Forma curbei de tensiuni pe izolația stîlpului lovit de trăsnet și cele trei componente ale ei.

pag. 610). In tabela 2 se dau datele care interesează pentru calculul nivelului de izolare a stațiilor de 35 kV.

Tabela 2

Tipul izolatorului	Clasa tensiunii și materialului cadrelor	Undă de șoc de polaritate:					
		Pozitiv			Negativ		
		la 2μ s	la 4μ s	50 %	la 2μ s	la 4μ s	50 %
		kV maximal					
2 × IC-4	35 kV stîlp de lemn	310	260	240	340	300	280
3 × IC-4	35 KV metal sau	420	370	340	460	410	380
4 × IC-4	beton armat	550	480	450	590	520	480
S D-35	35 kV aparataj	235	—	180	—	—	—

Deci nivelul de izolare al stațiilor de 35 kV este în genere mai ridicat de 240 kV.

Mai exact, în stațiile pe stîlpi de lemn nivelul de izolare este de 240 kV, iar în stații pe stîlpi de beton armat sau metalici nivelul este de minim 340 kV.

Doar în cazuri cu totul excepționale, cînd din anumite considerente, s-ar monta în vreo stație provizorie separatorul de linie pe cadrul de ieșire prin intermediul unei construcții ajutătoare, ar trebui să considerăm nivelul de izolare al stației de 180 kV.

Trasînd pe diagrama din fig. 5 nivelul de izolare al stației, obținem la intersecția cu dreapta U_{st} valoarea rezistenței maxime admisibile a prizei de pămînt. După cum se vede, valoarea rezistenței prizei de pămînt necesare pentru a putea lega conductorii de protecție în stație, este în jurul lui 1,5 pentru stații pe stîlpi de lemn cu izolație formată din lanțuri de 2 × IC-4.

Trebuie remarcat, că este vorba de rezistența de impuls a prizei R_i care se determină prin relația $R_i = \alpha R$ ohmi; unde α este coeficientul de impuls care la prizele obișnuite este subunitar; iar R — rezistența prizei la joasă frecvență.

Deci luînd valoarea R a prizei stației de 1,5 ohmi înseamnă că mai introducem un coeficient de siguranță în calculele noastre.

Concluzia practică imediată care se poate trage din acest studiu, este legarea conductorilor de protecție ai intrărilor liniilor de 35 kV din stațiile de 110 /35/6 kV cu priza de pămînt comună, direct pe cadrele stației.

Intr-adevăr stațiile de 110/35/6 kV cu curenții mari de punere la pămînt la 110 kV, au priză

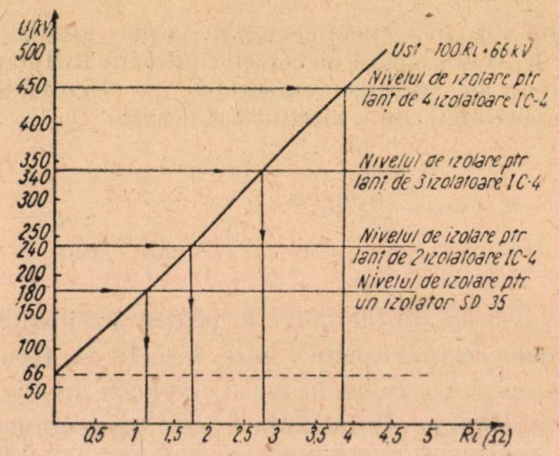


Fig. 5. Valoarea tensiunii pe vîrful cadrului de intrare în stații de 35 kV în funcție de rezistența prizei de pămînt

comună pentru toate tensiunile și valoarea rezistenței prizei nu întrece 0,5 ohmi.

Inlocuind această valoare în relația (5) obținem :

$$U_{st} = 100.\ 0{,}5 + 66 = 116 \quad \text{kV}.$$

Cum se vede această supratensiune nu reprezintă nici un pericol pentru izolația stației.

In felul acesta, ne putem lipsi de un număr mare de paratrăsnete verticale care se montau pînă cum la sosirile liniilor de 35 kV.

Este interesant de calculat nivelul de protecție al sosirii liniilor de 35 kV în cazul legării conductorilor de protecție la priza de pămînt de 0,5 ohmi a stației. Introducînd în formula (5) datele obținem :

$$U_{50\%} = R_i I + \frac{aZ_{st}}{c} h;\ I = \frac{U\ 50\% - \frac{aZ_{st}}{c}}{R_i} =$$

$$= \frac{240 - 66}{0{,}5} = 384 \text{ kV}.$$

Curenții de astfel de intensități nu au fost încă inregistrați. Deci nivelul de protecție este foarte bun.

In cazul stațiilor de 35 kV unde limita superioară a valorii rezistenței prizei de pămînt este de 4 ohmi, se ridică problema rentabilității îmbunătățirii prizei de pămînt a stației pînă la o valoare la care să asigure nivelul de protecție al stației, prin legarea conductorilor de protecție la cadrele stației. Calculul se face simplu pornind de la costul paratrăsnetelor individuale, care se montează pentru protejarea ultimei deschideri a liniei, incluzînd și costul prizei de pămînt individuale a paratrăsnetului și costul țevilor suplimentare care trebuie bătute în sol pentru îmbunătățirea prizei de la 4 ohmi la valoarea necesară rezultată din diagrama din fig. 5. Este indicat în cazul cînd izolația este protejată cu coarne să se ia în calcul un coeficient de siguranță de 15—20% tensiunea de amorsare a arcului în acest caz fiind mai scăzută cu 15% față de tensiunile de conturnare indicate în tabela 2.

Se poate spune de la început că în cazul cînd rezistivitatea solului (ρ) este mică și numărul de linii care pleacă din stație este ridicat, soluția îmbunătățirii prizei de pămînt este mai economică și dă și un efect suplimentar favorabil reducînd tensiunile de pas în stație.

In cazul cînd rezistivitatea solului este ridicată și numărul de linii care pleacă din stație este redus, obținerea unei prize cu rezistența mică devine mai costisitoare decît plantarea paratrăsnetelor cu prize individuale de 25 ohmi în lungul primei deschideri a stației.

Bibliografie

[1] * * *: Rucovodiaşcie ucazania po zaşcite ot perenapriajenia, Elecetrotehniceskih, ustanovoc, Gosenergoizdat, 1954.

[2] * * *: Prescripții pentru protecția instalațiilor electrice împotriva supratensiunilor atmosferice aprobate cu ordinul Ministerului 618/1953.

[3] *Costenco M. V.*: Atmosfernîe perenapriajenia i grozozaşcita vîscocovoltnîh ustanovok, Gosenergoizdat, 1949.

[4] * * *: Electrotehniceskii spravocinic, Gosenergoizdat, 1952.

[5] *Dolginov A. I.*: Grogozaşcita electrotehniceskih ustanovoc, Gosenergoizdat, 1954.

★

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ТРОСОВ ЛИНИЙ В 35 КВ К КАРКАСУ ПОДСТАНЦИИ

Резюме

В настоящее время защита п/ст. в 35 кв от перенапряжений производится, по существующим правилам, посредством просоединения защитного троса к последней опоре линии и защитой последнего пролета линий независимыми молниеотводами.

На основании прилагаемого оригинального исследования показывается новый метод защита некоторых п/ет. в 35 кв, при котором защитный трос доводится до каркаса подстанции, упрощая и удешевляя ее защиту (не уменьшая степени надежности).

Работа является оригинальной и ее применение приводит к большой экономии относительно защиты п/ст. в 35 кв.

★

TECHNISCHE U. WIRTSCHAFTLICHE UNTERSUCHUNG ÜBER DEN ANSCHLUSS DER SCHUTZSEILE EINER 35 kV-LEITUNG AN DEN TRÄGERN DER SCHALTANLAGE

Laut den gegenwärteigen Vorschriften erfolgt der Schutz der 35 kV-Leitungen gegen Uberspannungen durch das bis zum letzten Mast geführte Schutzseil, wonach die letzte Spannweite mittels selbständigen Blitzableitern vorgenommen wird.

Auf Grund eines Originalstudiums wird ein neues Verfahren für den Schutz bestimmter 35 kV-Leitungen beschriben, und zwar wird das Schutzseil bis zu den Trägern der Schaltanlagen geführt, wordurch der Schutz der Anlage — ohne Verminderung des Sicherheitsgrades — vereinfacht und verbilligt wird.

Probleme de prognoză hidrologică

Ing. S. SOLOMON

În articol sînt expuse procedee de prognoză a debitelor rîurilor (debite medii anuale, debitele în perioada aprilie-septembrie, debitele maxime și minime) cu ajutorul corelațiilor hidrometeorologice sau numai pe baza datelor hidrologice, arătîndu-se și unele rezultate obținute în aplicarea metodelor expuse. Se insistă în mod deosebit asupra problemei prognozei viiturilor a căror prevedere are o importanță practică deosebită, dîndu-se o metodă de prognoză ce se poate utiliza chiar în cazul cînd se dispune de o perioadă extrem de redusă de observații hidrologice.

I. Situația actuală în problemele de prognoză hidrologică

Cunoașterea și prevederea regimului debitelor rîurilor și — în unele cazuri — a nivelelor corespunzătoare, este o problemă de importanță deosebită pentru proiectarea, executarea și exploatarea lucrărilor hidrotehnice. Avînd în vedere materialul hidrometric limitat în general la o perioadă scurtă de care dispunem la noi în țară, ca urmare a dezinteresului manifestat de regimul burghezo-moșieresc față de această problemă, determinarea caracteristicilor hidrologice ale unui rîu și mai ales problemele de prevedere a regimului rîului în linii generale, sau pentru o anumită perioadă de timp, prezintă dificultăți foarte mari.

Pentru suplinirea lipsei de date directe, în diferitele institute de la noi din țară, interesate în problemele de hidrologie (ISPE, DGH, IPAS, ș.a.), s-au elaborat o serie de metode indirecte de calcul, bazate în special pe vasta experiență sovietică din acest domeniu. Aplicarea practică a rezultatelor acestor metode este în curs de experimentare, însă se poate afirma de pe acum că ele au îmbogățit în mod larg arsenalul cercetării hidrologice, punînd la îndemîna proiectării elemente prețioase.

Trebuie să subliniem însă aici că în problema exploatării construcțiilor hidrotehnice se constată o serioasă rămînere în urmă, atît în ceeace privește aplicarea științifică a regulelor de exploatare pe bază de date hidrologice, cît mai ales în ceea ce privește culegerea de date hidrologice legate de exploatare, date care pot constitui un prețios material de studii și generalizare. Inlăturarea acestei importante lipse trebuie să constituie o preocupare, atît pentru institutele științifice și de proiectare, cît și mai ales pentru ministerele de resort.

II. Particularitățile problemelor de prognoză în cadrul lucrărilor hidrotehnice

Problemele de prognoză hidrologică ce se pun în legătură cu lucrările hidrotehnice se pot împărți în trei grupe :

1. Prognoza caracteristicilor generale hidrologice, în scopul stabilirii datelor fundamentale de proiectare.

2. Prognoza regimului hidrologic în perioada de construcție, în scopul stabilirii planului calendaristic de desfășurare a lucrărilor și a prevederii viiturilor în legătură cu măsurile corespunzătoare de proiectare a lucrărilor din zona inundabilă.

3. Prognoza regimului hidrologic pe o anumită perioadă de timp, în scopul planificării și exploatării raționale a construcțiilor și instalațiilor complexului hidrotehnic.

In cele ce urmează vom studia, în deosebi, problemele cuprinse la punctul trei.

III. Probleme de prognoză în cadrul exploatării construcțiilor hidrotehnice

Exploatarea rațională a construcțiilor hidrotehnice, necesită prevederea următoarelor date hidrologice :

a) Valoarea debitului mediu anual.

b) Variația debitelor în cursul anului.

c) Debitul specific mediu anual, variația debitului specific în cursul anului, în special în perioada de vegetație, (debitul specific trebuie determinat pe diferite porțiuni ale bazinului delimitate după criterii geomorfologice, climatologice, pedologice, agricole).

d) Debitele maxime, hidrografele viiturilor și debitele specifice corespunzătoare.

e) Debitele minime, hidrografele în perioada debitelor minime și debitele specifice corespunzătoare.

Trebuie subliniat de la început că, determinarea debitelor specifice nu se poate face decît în linii foarte generale, cu ajutorul măsurătorilor hidrologice și meteorologice în puncte izolate, distribuite relativ rar pe suprafața bazinului respectiv, deservind din această cauză suprafețe eterogene din punct de vedere geomorfologic, climatic, pedologic și agricol. Din această cauză, hărțile cu izoliniile debitului specific nu constituie în deobște decît indicații cu totul aproximative. Singurele elemente care dau indicații cantitative mai sigure în legătură cu această problemă, sînt experiențele legate de variația debitului specific în funcție de condițiile pedologice și agricole. Pe baza lor se poate face o prognoză corelativă între debitele globale

ale rîului şi debitele specifice pe anumite suprafeţe, ale căror condiţii pedologice şi agricole ne sînt cunoscute. Se înţelege însă, că aceasta este insuficient pentru determinarea debitelor specifice pe întreaga suprafaţă a bazinului.

Dat fiind această situaţie, metodele de prognoză trebuie să se limiteze deocamdată la determinarea debitelor globale măsurate în secţiunea de scurgere a rîului *).

IV. Prognoza debitului mediu anual

Prognoza debitului mediu anual se poate face prin mai multe metode, dintre care amintim :

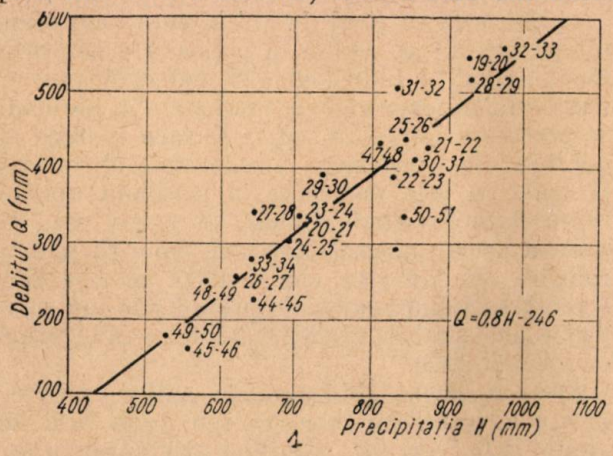


Fig. 1. Corelaţia între precipitaţiile medii anuale şi debitele medii anuale pe Bistriţa

a) Corelaţia între precipitaţiile anuale şi debitele medii anuale, problema reducîndu-se apoi la prognoza precipitaţiilor anuale.

b) Prin determinarea unei legi periodice de variaţie a debitului mediu anual.

c) Cu ajutorul unor corelaţii de consecutivitate între un fenomen oarecare climatologic sau hidrologic şi debitul mediu anual studiat.

respectiv, s-au stabilit în mai multe bazine din ţara noastră.

In fig. 1 este reprezentată o asemenea corelaţie.

In legătură cu utilizarea acestor corelaţii pentru prognoză trebuie să remarcăm următoarele :

1. Pe diagrama reprezentativă se observă de obicei că anii care succed unor ani ploioşi se aşează deasupra dreptei de corelaţie, iar cei care succed unor ani secetoşi, dedesubtul ei (în ipoteza că în ordonată se aşează debitele).

La efectuarea prognozei este indicat să se ţină seama de aceasta.

2. Stabilirea valorii precipitaţiilor medii trebuie să se facă în toţi anii pe baza aceloraşi staţiuni şi tot aceste staţiuni trebuie utilizate şi pentru stabilirea prognozei.

Se înţelege că stabilirea prognozei meteorologice necesară în această metodă, trebuie făcută de meteorologi cu experienţă în această direcţie.

Prognoza debitului mediu cu ajutorul stabilirii unei legi periodice de variaţie a debitelor anuale, implică un număr mare de ani de observaţie. Legea de variaţie se stabileşte fie grafic, fie analitic (prin inscrierea unei curbe sinusoidale).

Valorile cu care se lucrează pot fi însăşi debitele sau mai bine valorile abaterilor faţă de medie, adică diferenţelor între debitele anuale şi debitul mediu, raportate la debitul mediu. In fig. 2 se arată o diagramă a variaţiei debitelor medii anuale trasată pe baza variaţiei abaterilor, pentru fluviul Dunărea la Orşova.

Prognoza se face în acest caz prin extrapolarea grafică sau analitică a curbii de variaţie a debitelor anuale. Este evident, că trasarea în paralel a unei curbe de variaţie a precipitaţii-

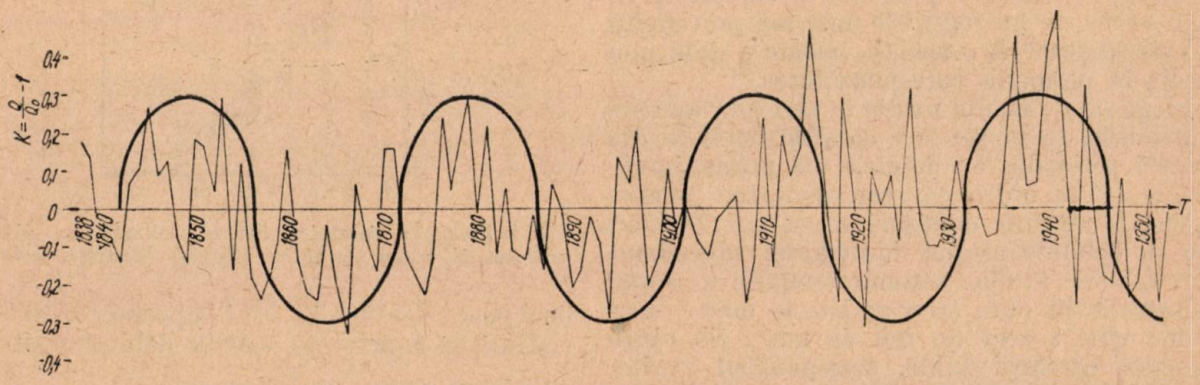


Fig. 2. Variaţia debitelor medii anuale ale Dunării în punctul Orşova.

Corelaţia între debitele medii anuale ale unui rîu şi precipitaţiile medii anuale în bazinul lor (care se poate calcula în general pe o perioadă mai lungă) alcătuieşte un ajutor preţios în extrapolarea curbei de variaţie a debitelor.

In ceea ce priveşte prognoza debitului anual cu ajutorul a două serii de fenomene care covariază decalat sau simultan fără a exista o legătură directă evidentă, amintim încercările unor hidrologi de a corela variaţia debitelor medii anuale ale rîurilor cu variaţia petelor solare.

*) Chiar acolo unde, în mod aparent, însăşi determinarea debitelor se face în baza debitelor specifice — metoda hidrografului specific sau metoda Oghievschi, pentru determinarea debitelor maxime — se lucrează de fapt cu debite specifice globale care reprezintă media debitului specific pe anumite suprafeţe cuprinzînd în interior forme cu debite specifice foarte variate.

V. Prognoza debitelor medii în perioada de vegetaţie

Prognoza debitelor în perioada aprilie-septembrie, trebuie privită sub două aspecte :

1. Prognoza valorii medii a debitelor din această perioadă.

2. Variaţia lunară (sau chiar zilnică) a debitelor în perioada globală. Media debitului poate

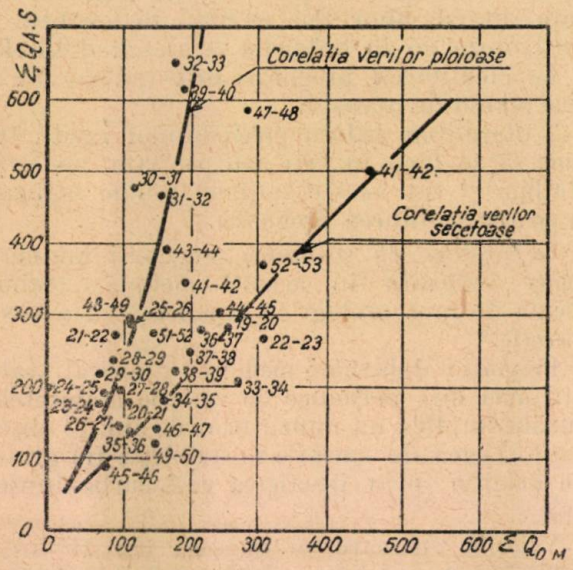


Fig. 3. Corelaţia între debitele lunilor octombrie — martie şi aprilie-septembrie ale aceluiaşi an hidrografic (rîul Olt, staţiunea Hoghiz)

reprezenta o cifră direct utilă mai ales în cazul cînd, în sistemul de construcţii hidrotehnice care deserveşte sistemul de irigaţii studiat, intră lacuri cu o acumulare cel puţin sezonieră. In caz contrar această cifră poate servi ca indice al variaţiilor lunare şi zilnice a debitelor, ţinînd seama de hidrografele unor ani precedenţi la care se observă o aceiaşi valoare a debitului mediu în perioada corespunzătoare.

Prognoza debitului mediu în perioada martie-septembrie, se poate face corelînd debitele din această perioadă, cu debitele din prima jumătate a anului hidrologic corespunzător (pentru bazine de mărime depăşind cîteva mii de km²) sau cu debitele anului hidrografic precedent, plus debitele lunilor octombrie-martie a anului hidrografic în curs (pentru bazine mari —măsurînd cîteva zeci de mii de km²). Se obţin de obicei corelaţii duble, corespunzînd verilor secetoase şi ploioase (fig. 3).

Corelaţiile mai sus amintite sînt foarte slabe pentru rîurile cu bazin mic, ale căror debite sînt direct şi imediat influenţate de precipitaţii. Pentru aceste rîuri este mai recomandabil să se încerce o corelaţie între precipitaţiile din perioada aprilie-septembrie şi debitul mediu în perioada corespunzătoare, prognoza hidrologică bazîndu-se pe prognoza meteorologică corespunzătoare. Deşi în acest mod se poate obţine o corelaţie mai strînsă, prognoza se va face cu un grad de exactitate mai mic, deoarece se va baza la rîndul ei pe o altă prognoză. Se pot încerca şi corelaţii triple : precipitaţii, debitele din prima jumătate şi debite din a doua jumătate a anului.

Prognoza debitelor medii lunare sau chiar zilnice prezintă o deosebită importanţă pentru sistemele meliorative fără lacuri de acumulare importante.

Ea este însă foarte dificilă şi evident se pot face erori foarte mari. Realizarea unor astfel de prognoze este posibilă, numai în cazul cînd dispunem de o perioadă lungă de observaţii hidrologice şi meteorologice. Se pot întrebuinţa două procedee :

a) Se caută în şirul de ani în care s-au făcut observaţii, un an avînd în perioada octombrie-martie condiţii hidrologice şi meteorologice cît mai asemănătoare cu cele constatate în perioada respectivă a anului în curs ; se face ipoteza că debitele din perioada aprilie-septembrie vor fi egale cu cele măsurate în perioada aprilie-septembrie în anul similar, în cazul cînd se prevăd pentru această perioadă condiţii meteorologice similare ; în caz contrar se pot face corectări, ţinînd seama de prevederile meteorologice şi de analiza variaţiei debitelor în legătură cu precipitaţiile.

b) Se analizează hidrografele anilor cu precipitaţii concentrate într-una sau două luni ale anului şi în baza lor, admiţînd principiul suprapunerii efectelor, se stabileşte hidrograful debitelor în perioada aprilie-septembrie, ţinînd seama de precipitaţiile curente şi de cele prevăzute.

Pentru control, procedeul se poate aplica pentru cîţiva ani precedenţi, cu hidrografe cunoscute (fig. 4). Subliniem din nou că proce-

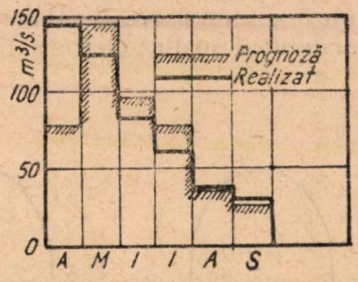


Fig. 4. Prognoza debitelor lunare realizată cu ajutorul curbelor de regim ale anilor anteriori (Bistriţa, la Cîrnu).

deul poate conduce la erori importante, în special în ceea ce priveşte valorile debitelor zilnice.

VI. Prognoza debitelor maxime

Debitele maxime, hidrografele viiturilor şi debitele specifice corespunzătoare, au constituit o preocupare mai veche a hidrologilor, dat fiind în special importantele distrugeri de valori economice şi chiar de vieţi omeneşti provocate de revărsarea rîurilor.

Distingem apele mari de primăvară (provenite din topirea zăpezilor) şi viiturile propriu zise (provenite din ploi torenţiale). Creşterea nivelelor rîurilor poate proveni şi din bararea rîului

cu material lemnos sau alți flotanți, ori — în cele mai multe cazuri — cu ghețuri (zăpoare) ducînd la inundații chiar și fără creșterea deosebită a debitelor.

Deseori se întîmplă să avem o barare a secțiunii de scurgere a rîului, tocmai datorită creșterii debitelor, care produc distrugerea rapidă a podului de ghiață sau antrenează diverse corpuri plutitoare din albia majoră sau de pe versanți (prin intermediul afluenților). Evident că în aceste cazuri, consecințele nefericite ale viiturilor pot fi mult accentuate, nu numai prin creșterea suplimentară a nivelelor ci și datorită creșterii forței de șoc a valului de viitură, care pornește odată cu distrugerea barierii formate și antrenează cu sine o cantitate mare de flotanți.

Viitura de primăvară poate fi prevăzută într-o oarecare măsură în baza cantității de zăpadă căzute și a prevederii condițiilor de temperatură și precipitații din perioada de topire a zăpezilor. Prognoza se poate face, fie corelînd cantitatea de zăpadă căzută cu valoarea debitului maxim al viiturii de primăvară (corelația este de obicei slabă, însă permite prevederi pe o perioadă de timp mai îndelungată), sau corelînd în modul arătat numai debitele care provin din topirea zăpezilor (se corelează debitele din primăveri secetoase) și se consideră debitul obținut ca debit de bază, peste care se suprapune efectele precipitațiilor. Aceste efecte se estimează în baza unei prognoze separate despre care vom vorbi mai jos. Procedeul din urmă dă rezultate mai exacte dar necesită un șir de observații hidrologice mai îndelungat.

Se poate face o prognoză a viiturii de primăvară și după metoda Oghievschi (despre care vom vorbi mai jos) cunoscînd grosimea stratului de zăpadă și calculînd, în baza prevederii variației temperaturii și precipitațiilor, viteza de topire a zăpezii. Metoda este indicată pentru cazul cînd se dispune de o perioadă scurtă de măsurători hidrologice (3—5 ani) și nu se pot stabili corelații. Modul de lucru se determină studiind fenomenul în mod detaliat pentru primăverile anterioare.

Viiturile de primăvară, așa cum am amintit și mai sus, apar deseori simultan cu formarea de zăpoare. Aceasta face ca pe de o parte să nu mai existe corespondența obișnuită între nivele și debite, și pe de altă parte să nu mai existe, pentru o porțiune dată a rîului, continuitate între debitul afluent și efluent, producîndu-se o acumulare în spatele zăporului. In aceste cazuri, prognoza debitului maxim al viiturii devine foarte dificilă, dacă nu chiar imposibilă. Totuși și aici prognoza hidrologică are un important rol practic. Cu ajutorul datelor hidrologice și meteorologice putem prevede posibilitatea apariției zăpoarelor și indica măsurile de luat pentru evitarea formării lor, și odată zăporul format și apoi distrus în mod natural sau artificial — viteza cu care se va deplasa.

Asupra problemei vitezei de deplasare a undei de viitură, vom reveni mai jos.

Inainte de a trece la problema viiturilor provenite din ploi, subliniem că în afară de metodele de prognoză amintite mai sus, atît pentru apele mari cît și pentru viituri, cel mai simplu sistem de prognoză este acel care constă în stabilirea de corelații între cotele maxime ce se produc la două stațiuni succesive de pe rîu și determinarea decalajului între producerea acestor cote maxime, în funcție de valoarea maximului la una din stațiuni.

In fig. 5 se dă un exemplu de astfel de corelații, stabilite în baza înregistrării nivelelor la două stațiuni de pe rîul Bistrița, cu ajutorul

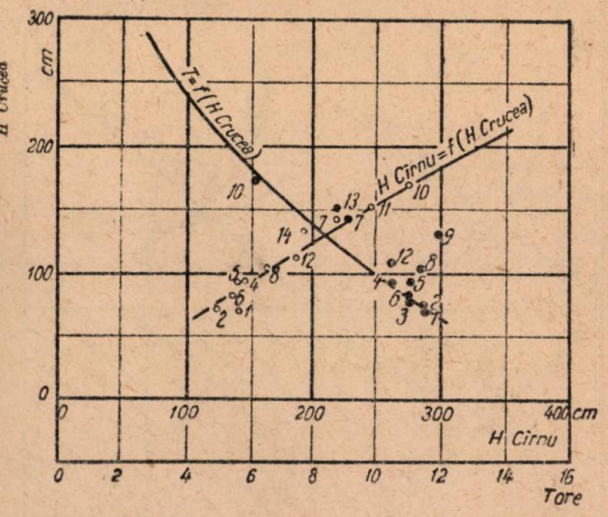


Fig. 5. T = timpul de parcurgere a undei de viitură.

unor limnigrafe. In baza acestor corelații, cunoscîndu-se cota maximă înregistrată la stațiunea din amonte, se poate prevede cota maximă ce se va produce la stațiunea din aval și intervalul de timp ce se va scurge între apariția maximului în punctul din amonte și cel din aval. (Trebuie subliniat aici că nu se pot utiliza corelațiile stabilite pentru valorile maxime sau pentru porțiunea în creștere a viiturii și pentru prevederea ramurii descendente a viiturii, deoarece în cazul scăderii debitelor, se modifică decalajul între apariția perechilor de puncte corespunzătoare).

Metoda aceasta este foarte simplă și necesită puțin utilaj și personal: un telelimnigraf în stațiunea din amonte cu postul de recepție la stațiunea din aval (la care se face prognoza) și unde lucrează un tehnician, care în baza corelațiilor susamintite va determina și anunța cotele de așteptat. Evident, dacă se posedă cheile liminimetrice la stațiunea din aval, se pot anunța și debitele corespunzătoare. Dezavantajele metodei sînt: dă în genere prevederi pe un interval scurt și nu poate fi aplicată pe un rîu pe care sînt mai mulți afluenți importanți.

Pentru a înlătura aceste dezavantaje, metoda poate fi perfecționată prin crearea unei rețele mai largi de prognoză introducîndu-se stații intermediare și stații pe afluenții principali, construindu-se corelații succesive și corelații cu mai multe variabile.

In fig. 6 este figurat un exemplu de o astfel de rețea de prognoză și corelațiile de nivele și decalaje necesare pentru utilizarea acestei rețele de prognoză.

Punctul în care este necesară prevederea cotelor maxime este așezat la confluența rîului R_1

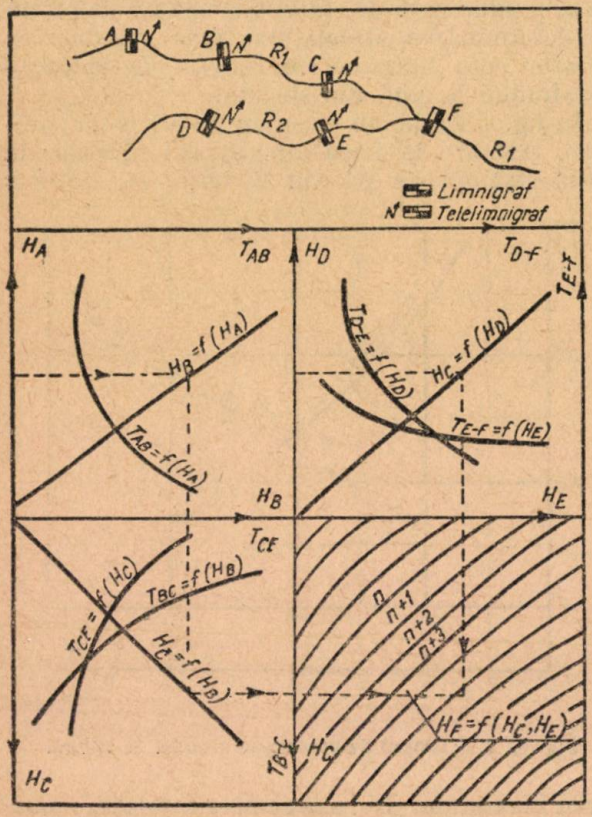


Fig. 6.

cu un afluent important R_2. Pentru a permite prevederea cotelor cu un decalaj cît mai mare, pe rîul R_1 s-au instalat trei stațiuni de telelimnigrafe A, B, C, iar pe rîul R_2 două stațiuni D și E. Numărul stațiunilor și deci a corelațiilor necesare între cote (4), au permis așezarea corelațiilor în 4 diagrame, avînd cîte o axă respectiv comună, ceea ce ușurează întrucîtva citirea.

Referindu-ne mai întîi la cote, prognoza se face în modul următor (fig. 6) :

In baza cotei din punctul A pe rîul R_1 se determină pe corelația între cotele A și B cota probabilă în punctul B. Cu această cotă se determină apoi cota la punctul C, în baza corelației între cotele în secțiunile B și C. Se pleacă apoi de la cota în punctul D pe rîul R_2 și în baza corelației între cotele din secțiunile D și E se determină cota în punctul E. Cu ajutorul corelației triple între cotele în punctele C, E și F se determină din cotele probabile în C și E, cota probabilă în F. Pentru determinarea intervalelor de timp, în prima diagramă (colțul din stînga sus) se citesc decalajele între apariția cotei maxime la punctele A și B în funcție de cota din punctul A. In diagrama din stînga jos se dă decalajul între apariția cotei maxime în punctele B și C în funcție de cotele la punctul B și decalajul între apariția cotei maxime la punctele C și F și în funcție de cotele la punctul C. Insumînd cele trei decalaje succesive se află intervalul între apariția cotei maxime în punctul A și apariția cotei maxime în punctul F. La fel, în diagrama din dreapta sus, sînt date decalajul între apariția cotelor maxime în punctele D și E în funcție de cotele în punctul D și decalajul între apariția cotelor maxime în E și F în funcție de cotele în punctul E. Suma acestor două decalaje ne dă intervalul total între apariția cotei maxime în D și apariția cotei maxime în F.

Pentru ca sistemul de mai sus să corespundă fenomenului real, ar trebui ca intervalul de timp scurs între producerea cotei maxime în A și apariția cotei maxime în F să fie egal cu intervalul între producerea cotei maxime în D și apariția cotei maxime în F plus decalajul între apariția cotelor maxime în punctele A și D. Acest lucru nu poate avea loc decît întîmplător ; de obicei maximul undei de viitură sosite din A nu se întîlnește cu maximul undei de viitură sosite din D. De aceea construcția de mai sus este valabilă mai curînd pentru determinarea cotei maxime posibile și nu a cotei maxime probabile. Aceasta face necesar să se procedeze prin încercări operînd asupra diagramei care reprezintă aportul afluentului pînă la obținerea condiției de coincidență în timp, caz în care afluentul nu participă cu debitul maxim ci cu un debit ceva mai redus. Problema se complică însă prin faptul că decalajul cotelor maxime diferă de cel al cotelor din perioada de regres al viiturii. Dezavantajul acesta al sistemului de prognoză este înlăturat atunci cînd se utilizează metodele bazate pe determinarea scurgerii, metode despre care vom vorbi mai jos.

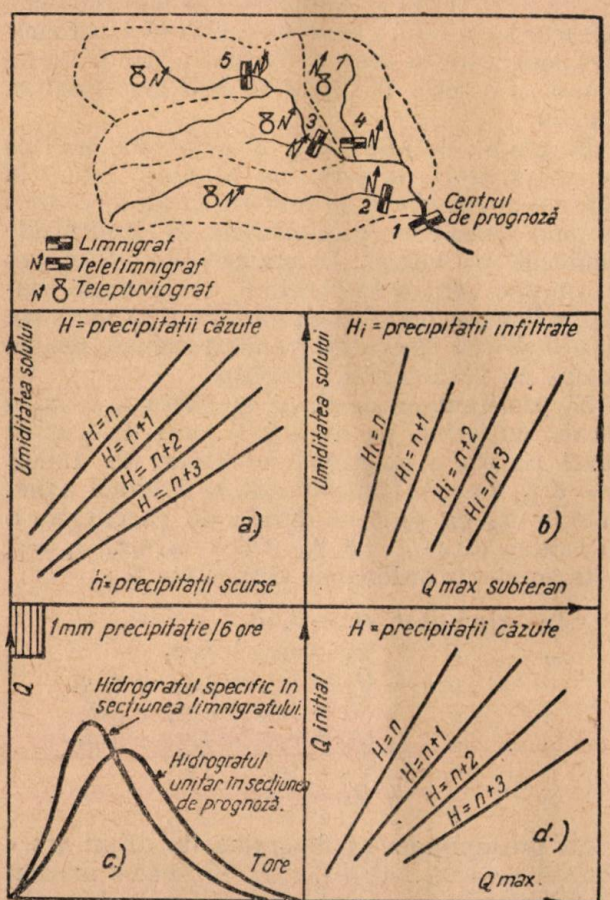
In cazul aplicării acestor sisteme rețeaua de prognoză necesită un număr mai mare de telelimnigrafe (în cazul din exemplul nostru 5) avînd stație de înregistrare în punctul de prognoză. Calificarea tehnicienilor care deservesc stațiunea de prognoză trebuie să fie ceva mai înaltă decît în cazul precedent, dat fiind că încercările pentru determinarea aportului afluentului trebuie conduse astfel încît să se facă o economie de timp maximă foarte prețioasă pentru rapiditatea anunțării viiturii așteptate. Pentru mărirea intervalului între prognoză și producerea fenomenului, cît și pentru evitarea neajunsului semnalat mai sus, în legătură cu problema suprapunerilor efectelor, se poate utiliza fie metoda hidrografelor unitare, după procedeul propus de H. Benard și utilizat la construcția unor baraje din S.U.A. ca de exemplu a barajul Cherokee, fie metoda diagramei de aflux propusă de A. V. Oghievschi și utilizată la executarea mai multor construcții în U.R.S.S. ca de exemplu Nieprostroiul, Svirstroiul ș. a.

Prognoza cu ajutorul hidrografului specific sau a diagramei de aflux se face pe bază de înregistrări hidrometeorologice sau pe bază de prognoze meteorologice. Ele necesită de asemeni observații asupra stării de umiditate a

solului în legătură cu problemele de infiltrație. In afară de aceasta, metodele presupun cunoașterea detaliată a caracteristicilor hidrologice și meteorologice ale bazinului, care să permită stabilirea relațiilor inițiale de calcul.

Să examinăm mai întîi metoda de prognoză cu ajutorul hidrografului unitar :

Pentru înțelegerea sistemului să urmărim modul de organizare a prognozei cu ajutorul hidrografelor unitare într-un bazin dat (fig. 7).



Notă Corelațiile și hidrografele specifice se stabilesc pentru fiecare post limnimetric în parte

Fig. 7

In bazin se instalează pentru realizarea sistemului de prognoză o serie de telelimnigrafe de-a lungul rîului principal și pe afluenți și o serie de telepluviografe în bazine, urmărind ca fiecărui telelimnigraf să-i corespundă în bazinul aferent cel puțin un telepluviograf. Pentru a putea realiza prognoza, este necesar ca telelimnigrafele și telepluviografele să fi funcționat o perioadă de timp suficient de lungă pentru ca să fi putut stabili corelațiile necesare între precipitații și debitele, despre care vom vorbi mai jos. De asemenea, în porțiunea aferentă fiecărui telelimnigraf este necesar să existe o stațiune de măsurare a umidității solului, care să transmită de două ori pe zi, telefonic, observațiile atît la stația centrală de prognoză, cît și la stațiunile intermediare, cînd acestea există.

Pe baza observațiilor efectuate un timp cît mai lung posibil la aceste stațiuni, se determină următoarele corelații pe bazinele aferente fiecărui limnigraf :

a) Corelații între precipitații și infiltrații în sol pentru diferite intensități ale ploii și diferite umidități inițiale (corelații triple care pot fi reprezentate sub formă de abace). Aceste corelații se pot stabili determinînd diferența între volumul de precipitații căzut și volumul de apă scurs (fig. 7, *a*).

b) Corelații între precipitația infiltrată și umiditatea inițială și debitul maxim provenit din pînza subterană în timpul viiturii (debitul maxim provenit din pînza subterană este decalat față de debitul provenit din scurgerea superficială ; se poate admite că variația sa este liniară și că atinge maximul la sfîrșitul viiturii) (fig. 7, *b*).

c) Hidrografele specifice *) corespunzătoare scurgerii unui milimetru de ploaie pentru diferite durate de ploaie pentru bazinul corespunzător limnigrafului, cît și hidrografele corespunzătoare acelorași ploi transpuse din secțiunea în care se face prognoza.

d) In unele cazuri, atunci cînd nu este posibil să se determine relația între precipitații, umiditatea solului și infiltrații, în baza considerentului că debitul provenit din scurgerea superficială este cu atît mai mare cu cît debitul inițial este mai mare (deoarece acesta este proporțional cu umiditatea inițială a solului) se stabilesc corelații între debitul inițial, precipitații și debitul maxim. Acestea se prezintă de asemenea sub formă de abace (fig. 7). Aceste corelații pot servi apoi indirect pentru determinarea infiltrației : se calculează cu ajutorul hidrografului unitar volumul scurs și se scade din volumul total al precipitațiilor.

In baza acestor corelații prognoza se realizează în modul următor :

1. Se determină cu ajutorul pluviografelor intensitatea și durata ploii în fiecare porțiune a bazinului. (In cazul cînd porțiunea de bazin este mare — mai mare de 100 km² — este recomandabil ca pentru fiecare 100 km² să existe separat un telepluviograf).

2. Cu ajutorul corelației a din fig. 7 se determină cantitatea de apă infiltrată și prin diferență cantitatea de apă scursă.

3. Cu ajutorul hidrografului specific (fig. 7, *c*) se determină unda de viitură în secțiunea aferentă pluviografului și în secțiunea în care se face prognoza, în ipoteza că pentru o ploaie de n mm coordonatele hidrografului de viitură rezultă din înmulțirea coordonatelor hidrografului unitar cu n. Insumînd viiturile provenite din diferitele porțiuni ale bazinului în secțiunea de prognoză, se calculează viitura totală provenită din scurgerea superficială.

4. Cu ajutorul corelației din fig. 7, *b* se stabilesc pentru fiecare secțiune aportul apelor subterane în timpul viiturii ca debit maxim

*) Pentru tehnica determinării hidrografelor specifice și transmiterii dintr-un punct al rîului în altul, vezi [4].

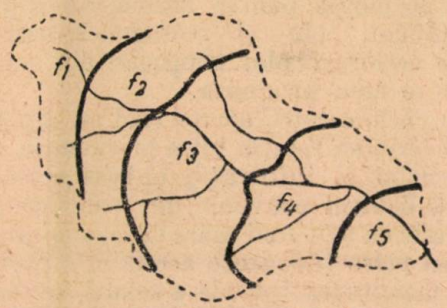
şi ca volum, ţinînd seama de ipoteza variaţiei liniare a acestui debit în timpul viiturii. Volumul total însumat în toate secţiunile se distribuie de asemenea liniar în raport cu viitura totalizată.

5. Adăugîndu-se debitul de bază (observat la începutul viiturii şi presupus uniform distribuit în cursul viiturii) şi debitul provenit din pînza subterană, la hidrograful provenit din însumarea hidrografelor calculate pe diferite secţiuni ale bazinului, se obţine viitura totală.

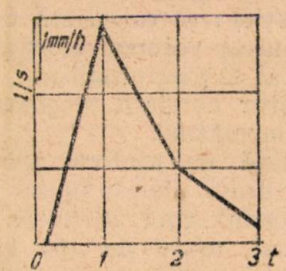
In cursul viiturii se verifică şi se corectează rezultatele calculului iniţial, măsurîndu-se viiturile înregistrate direct la diferitele staţiuni.

In punctele intermediare situate pe rîu sau pe afluenţii săi, calculele se conduc în mod analog, considerîndu-se ca staţiuni secundare de prognoză (vezi de exemplu staţiunea *3* din fig. 7).

Intervalul dintre anunţarea prognozei şi producerea viiturii, se poate mări considerabil



a. Impărţirea bazinului cu ajutorul izohronelor.



b. Diagrama de aflux.

Fig. 8.

dacă însăşi precipitaţiile sînt anunţate prin intermediul prognozei meteorologice. In acest scop trebuie creiată o organizaţie de prognoză meteorologică în paralel cu cea de prognoză hidrologică.

In cazul acesta se face o anunţare prealabilă a viiturii în baza prognozei precipitaţiilor care urmează a fi corectată după căderea precipitaţiilor respective.

Metoda propusă de A. V. Oghievschi pentru prognoza viiturilor se bazează pe împărţirea suprafeţei bazinului în porţiuni de pe care firele de apă ce se scurg ajung simultan în secţiunea ce interesează, cu ajutorul izocronelor şi pe stabilirea unor diagrame de aflux, care dau variaţia debitului ce se scurge de pe o suprafaţă de mărime unitară pentru o precipitaţie unitară căzută într-un timp dat.

Trasarea izocronelor care sînt linii pe suprafaţa bazinului de pe care picăturile de apă căzute ajung simultan în rîu, după cum arată A. V. Oghievschi, se poate face ţinînd seama numai de durata scurgerii prin reţeaua hidrografică în baza unei viteze medii generale de scurgere a apelor pe oricare din ramurile reţelei hidrografice, deoarece un calcul exact este imposibil, vitezele variind foarte mult de la un punct la altul şi de la un moment la altul (aproximaţie introdusă, după cum arată rezultatele practice nu are o influenţă sensibilă asupra rezultatelor). Aceasta ne conduce la aproximaţia că izocronele sînt constante în timp şi bazinul poate fi reprezentat ca o serie de suprafeţe de aflux simultan (fig. 8).

Diagrama de aflux (fig. 8) se obţine pe cale de măsurători directe pe afluenţi mici (în care nu avem efecte de retenţie în albie şi unde se pot considera precipitaţiile şi infiltraţiile uniforme pe bazin). Diagramele de aflux pot fi comune pentru tot bazinul, acolo unde condiţiile fizico-geografice nu variază prea mult sau se pot stabili cîteva diagrame de aflux, pentru bazine cu caracteristici variate.

Să presupunem acum că în bazin a căzut o ploaie uniformă de durată t_1 care dă pentru cazul nostru o diagramă de aflux de durată $t_c = 3\ t_1$, în cele trei perioade t_1 debitele avînd valorile q_1, q_2, q_3 şi că durata de parcurgere a bazinului este $t_k = 3\ t_1$, adică avem $t_c = t_k$

In acest caz ordonatele viiturii vor fi :

$$
\begin{aligned}
&\text{In timpul } t_1\ Q_1 = f_1 q_1\\
&\text{,,} \quad \text{,,} \quad t_2\ Q_2 = f_1 q_2 + f_2 q_1\\
&\text{,,} \quad \text{,,} \quad t_3\ Q_3 = f_1 q_3 + f_2 q_2 + f_3 q_1\\
&\text{,,} \quad \text{,,} \quad t_4\ Q_4 = f_2 q_3 + f_3 q_2 + f_4 q_1\\
&\text{,,} \quad \text{,,} \quad t_5\ Q_5 = f_3 q_3 + f_4 q_2 + f_5 q_1\\
&\text{,,} \quad \text{,,} \quad t_6\ Q_6 = f_4 q_3 + f_5 q_2\\
&\text{,,} \quad \text{,,} \quad t_7\ Q_7 = f_5 q_3.
\end{aligned}
$$

Să presupunem că diagrama de aflux are o durată $t_k = 6t_1$ adică $t_c < t_k$. Se vede imediat că la valorile ordonatelor viiturii, calculate mai sus, trebuie adăogate următoarele valori :

$$
\begin{aligned}
&\text{La timpul } 4\ Q_4 = f_1 q_4\\
&\text{,,} \quad \text{,,} \quad 5\ Q_5 = f_1 q_5 + f_2 q_4\\
&\text{,,} \quad \text{,,} \quad 6\ Q_6 = f_1 q_6 + f_2 q_5 + f_3 q_4\\
&\text{,,} \quad \text{,,} \quad 7\ Q_7 = f_2 q_6 + f_3 q_5 + f_4 q_4\\
&\text{,,} \quad \text{,,} \quad 8\ Q_8 = f_3 q_6 + f_4 q_5 + f_5 q_4\\
&\text{,,} \quad \text{,,} \quad 9\ Q_9 = f_4 q_6 + f_5 q_5\\
&\text{,,} \quad \text{,,} \quad 10\ Q_{10} = f_5 q_6
\end{aligned}
$$

Din cele de mai sus se pot face următoarele generalizări :

1. Durata viiturii (pentru o ploaie uniformă) este egală cu suma duratei parcurgerii văii principale de către ape şi durata diagramei de aflux plus unu :

$$T = t_k + t_c + 1.$$

2. In cazul cînd durata diagramei de aflux t_c este mai mică decît durata parcurgerii de către viitură a văii principale, la formarea maximului nu participă întregul bazin, ci numai o

porțiune cuprinsă între izocronele distanțate cu t_c. In acest caz forma bazinului capătă o mare importanță și determină intervalul între căderea ploii și apariția maximului.

3. In cazul cînd durata diagramei de aflux t_c este mai mare decît durata parcurgerii de către viitură a văii principale, t_k, întreg bazinul ia parte la formarea maximului viiturii însă diagrama de aflux participă numai cu un număr de ordonate egal cu t_k.

Pentru aplicarea metodei A. V. Oghievschi de calcul a debitelor maxime pentru prognoză, este necesar :

a) Să se stabilească izocronele și diagramele de aflux așa cum s-a arătat mai sus. (In cazul cînd diagramele de aflux variază de la o regiune la alta, se caută a se aplica în cadrul suprafețelor cuprinse între două izocrone succesive o aceiași diagramă de aflux și metoda se aplică la fel ca mai sus, ținînd-se seama de valoarea ordonatelor q_i corespunzătoare).

b) Se determină precipitațiile căzute din care se scad infiltrațiile. (Pentru calculele rapide ale valorilor infiltrației se pot utiliza indicațiile din literatură ; este însă mai recomandabil să se facă determinări directe în bazin asupra valorii infiltrațiilor în baza măsurării precipitațiilor și debitelor scurse la diferite viituri).

c) Se calculează ordonatele viiturii împărțindu-se valoarea precipitației ce se scurge pe perioada t_1 și se însumează efectele perioadelor succesive. (Pentru o ploaie de înălțimea h_1 căzută în intervalul t_1 ordonatele diagramei de aflux se multiplică cu h_1 ; în cazul unei ploi neuniforme, se va căuta a se aplica în spații cuprinse între două perioade t_1 consecutive o ploaie considerată uniformă).

d) La ordonatele viiturii astfel obținute se adaugă valoarea debitului de bază.

e) Viitura astfel obținută este recalculată, ținînd seama de efectul de regularizare al albiei majore. Calculul se face cu formula :

$$W_2 = W_1 + \frac{1}{2}(Q_1' + Q'_2)\,\Delta t - \frac{1}{2}(Q_1 + Q_2)\,\Delta t$$

unde W_2 și W_1 sînt volumele regularizării albiei la sfîrșitul, respectiv începutul fiecărui interval Δt, Q'_1 și Q'_2 sînt ordonatele viiturii fără a ține seama de efectul regularizării la începutul și sfîrșitul fiecărui interval $\Delta\, t$, Q_1 și Q_2 sînt ordonatele viiturii ținînd seama de efectul de regularizare al albiei, la începutul și sfîrșitul fiecărui interval $\Delta\, t$.

Din structura formulei se vede că pentru acest calcul se pot utiliza metodele grafice utilizate pentru calculul efectului de regularizare al lacurilor de acumulare (metodele Schaffernack și Creager).

Metoda de mai sus a fost aplicată cu succes în Uniunea Sovietică. In fig. 9 se dă o comparație între valorile prevăzute ale unei viituri și valorile măsurate în realitate [2].

Uneori, din cauza lipsei de utilaj, de observații anterioare hidrometrice, hidrologice și meteorologice în bazinul studiat ș.a. trebuie să ne mulțumim cu un sistem rudimentar de prognoză bazat pe înregistrarea apariției undei de viitură într-o secțiune din amonte de punctul ce ne interesează și prevederea timpului după care

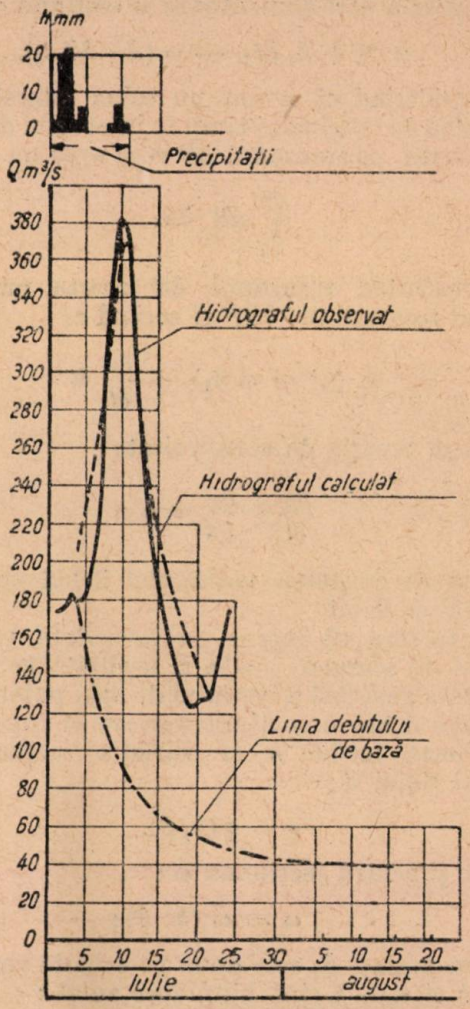


Fig. 9

viitura se va produce în punctul ce ne interesează.

Deoarece nu avem observații pe o durată mai lungă de timp, nu putem stabili pe cale empirică variația decalajului cu cota la stațiunea în care se face observarea apariției viiturii. Pentru acest caz se poate stabili decalajul în baza unor formule de calcul și cu ajutorul unor ridicări topometrice [3].

Să considerăm trecerea unei viituri prin două secțiunii situate la o distanță $\delta\, S$ infinit mică. Fie q debitul, ω suprafața secțiunii și h adîncimea medie în prima secțiune. Debitul ce trece în interval de timp $t_1 - t_2$ prin prima secțiune va fi :

$$\int_{t_1}^{t_2} q\ dt.$$

Creșterea secțiunii în același interval va fi :

$$\int_{t_1}^{t_2} \frac{\partial \omega}{\partial t}\, dt = \omega\,(S_2 t_2) - \omega\,(S_1 t_1)\ .$$

Din secțiunea a doua în acest timp a ieșit debitul :

$$\int_{t_1}^{t_2}\left(q+\frac{\partial q}{\partial S}\delta s\right)dt$$

iar variația corespunzătoare a secțiunii va fi :

$$\omega\,(S+\delta, St_2)-\omega\,(S+\delta S, t_1).$$

Considerînd că avem un aflux lateral a pe unitatea de lungime și timp în intervalul de timp considerat, pe tronsonul δS vom avea un aflux :

$$\int_{t_1}^{t_2} adt\ \delta S.$$

Considerînd tronsonul δS foarte mic, neglijînd termenii în $(\delta S)^2$ și scriind că

$$\omega\,(t_2)=\omega\,(t_1)+\frac{\partial\omega}{\partial t}\delta t$$

obținem ecuația de continuitate :

$$\frac{\partial\omega}{\partial t}+\frac{\partial q}{\partial S}=a \qquad (1)$$

scriind că creșterea volumului lichid egalează aportul de debit.

In ipoteza că într-o secțiune dată variația pantei de scurgere poate fi neglijată în raport cu panta generală a cursului de apă, putem scrie că debitul într-o secțiune variază în funcție de adîncimea medie h și variația secțiunii în lungul rîului S ;

$$q=q\,(h, S).$$

Avem și pentru secțiunea ω :

$$\omega=\omega\,(h,\ S)\,;$$

pentru același S, cele două perechi de variabile $Q-h$ și $\omega-h$ sînt biunivoce adică :

$$\omega=F\,(q, S).$$

Ecuația continuității devine în acest caz :

$$\left(\frac{\partial\omega}{\partial q}\right)\cdot\frac{\partial q}{\partial t}+\frac{\partial q}{\partial S}=a.$$

Intre două puncte situate la distanța δS vom avea între debite relația :

$$q=q_1+\int a\,\delta S.$$

Dacă facem ipoteza că în intervalul de timp considerat a nu variază cu timpul, vom avea :

$$\frac{\partial q}{\partial t}=\frac{\partial q_1}{\partial t}$$

și deci :

$$\left(\frac{\partial\omega}{\partial q}\right)\cdot\frac{\partial q_1}{\partial t}+\frac{\partial q_1}{\partial S}=0. \qquad (2)$$

Soluția generală a ecuației (2) este :

$$q_1=\varnothing\ \left(t-\int\frac{\partial\omega}{\partial q}ds\right)$$

deoarece

$$\frac{\partial q}{\partial t}=\varnothing'\frac{\partial q_1}{\partial S}=-\varnothing'\frac{\partial\omega}{\partial q}. \qquad (3)$$

Funcția q se determină din funcția inițială

$$q_{s=0}=\varnothing_0(t_0)$$

pe care o cunoaștem (variația debitului în secțiunea din amonte).

Deci în funcție de debitul din secțiunea inițială avem :

$$q=\int adS+\varnothing_0\left(t-\int_{S_1}^{S_2}\frac{\partial\omega}{\partial q}ds\right). \qquad (4)$$

Se observă că după un timp egal cu

$$t=t_0+\int_{S_1}^{S_2}\frac{\partial\omega}{\partial q}ds. \qquad (5)$$

funcția $\varnothing$ devine egală cu funcția $q_{S=0}=\varnothing_0(t_0)$.

Deci decalajul între apariția debitelor corespunzătoare în cele două puncte S_1 și S_2 este :

$$t_{1-2}=\int_{S_1}^{S_2}\frac{\partial\omega}{\partial q}ds \qquad (6)$$

iar viteza de propagare a viiturii este :

$$V_{1-2}=\frac{S_2-S_1}{\int_{S_1}^{S_2}\frac{\partial\omega}{\partial q}ds} \qquad (7)$$

Viteza instantanee dintr-o secțiune dată este :

$$V=\frac{1}{\frac{\partial\omega}{\partial q}}. \qquad (8)$$

In baza acestor considerațiuni, problema timpului de parcurgere a undei de viitură se poate rezolva pe cale grafică (soluția propusă de Ing. Dan Bărbulescu în colaborare cu autorul) :

Fie S_1 și S_f secțiunea inițială și finală și S_2, $S_3\ldots$ o serie de secțiuni intermediare ; t_{1-2} t_{2-3} t_{i-i+1} timpurile respective de parcurgere între două secțiuni vecine și V_1, $V_2\ldots V_i$ vitezele în secțiunile respective.

Pentru fiecare secțiune se determină următoarele diagrame : (fig. 10).

a) Variația secțiunii ω în funcție de înălțimea H ;

b) Variația debitului q în funcție de înălțimea H ;

c) Variația debitului (în abscisă) în funcție de secțiunea ω (în ordonată)

In ordonată se mai desenează o scară funcțională reprezentînd pe $H=H\,(q)$ dedus din diagrama de la punctul (*b*).

Se întocmește apoi diagrama de calcul indicată în fig. 11.

Pe această diagramă se desenează în abscisă lungimea desfășurată a rîului între secțiunile S_1 și S_f, figurînd în dreptul fiecăruia din secțiunile S, $S_2 \ldots S_i \ldots$ S_f, diagramele indicate la punctul C din fig. 10.

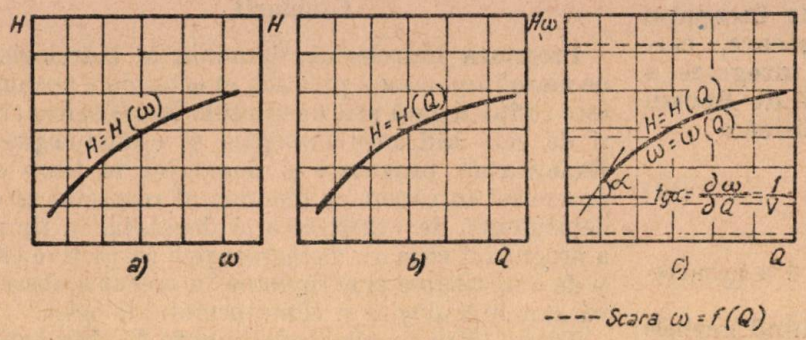


Fig. 10

In ordonate negative este reprezentat aportul de debit pe parcurs $q_a = \int a\, ds$ (în dreptul afluenților vom avea creșteri finite cum se vede în figură în dreptul secțiunii *3*).

In ordonate pozitive este reprezentat în afară de secțiunea ω și timpul T. Se pornește de la secțiunea S_1 pentru debitul inițial Q_1. In punctul respectiv de pe curbă $q = f(\omega)$ ducem tangenta și vom avea :

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\partial \omega}{\partial q} = \frac{1}{V_1} . \qquad (9)$$

Ducem prin origine o paralelă la tangenta pînă la intersecția cu mediatoarea segmentului $S_1 - S_2$. Segmentul determinat de această paralelă pe mediatoare va avea valoarea :

$$\frac{1}{2} (S_2 - S_1) \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{1}{2} (S_2 - S_1) . \frac{1}{V_1} = \frac{1}{2} t_1$$

adică tocmai timpul necesar străbaterii jumătății distanței $S_2 - S_1$.

In secțiunea S_2 se repetă construcția pentru un debit $Q + \int_{S_1}^{S_2} a\, \delta S$ iar paralela se duce de astă dată plecînd de la intersecția mediatoarei segmentului S_1 S_2 cu prima tangentă, pînă la intersecția cu mediatoarea segmentului $S_2 - S_3$ ș.a.m.d. Procedeul a fost verificat pentru determinarea intervalului între apariția maximului viiturii între două puncte pe rîul Bistrița, dînd rezultate satisfăcătoare.

VII. Prognoza debitelor minime

Am arătat mai sus că în problema debitelor minime în cadrul folosințelor agricole, ne interesează, în afară de valoarea debitelor și data și durata apariției lor. In ceea ce privește data apariției, studiile și observațiile hidrologice efectuate pe rîurile din țara noastră au arătat că pe majoritatea covîrșitoare a rîurilor debitele minime apar în două perioade bine determinate ale anului : ianuarie — februarie și septembrie-octombrie. Debitele minime din perioada ianuarie-februarie nu prezintă interes din punct de vedere agricol, astfel încît nu ne vom ocupa aici de ele.

Debitele minime din perioada septembrie-octombrie prezintă următoarele caracteristici :

a) Sînt mai accentuate (relativ) în zonele de cîmpie și mai atenuate în zonele de munte.

b) Durata și valoarea deditelor minime este strîns legată de durata secetelor și de valoarea debitului mediu al rîului în perioada aprilie-septembrie.

c) La rîurile de munte debitele minime din

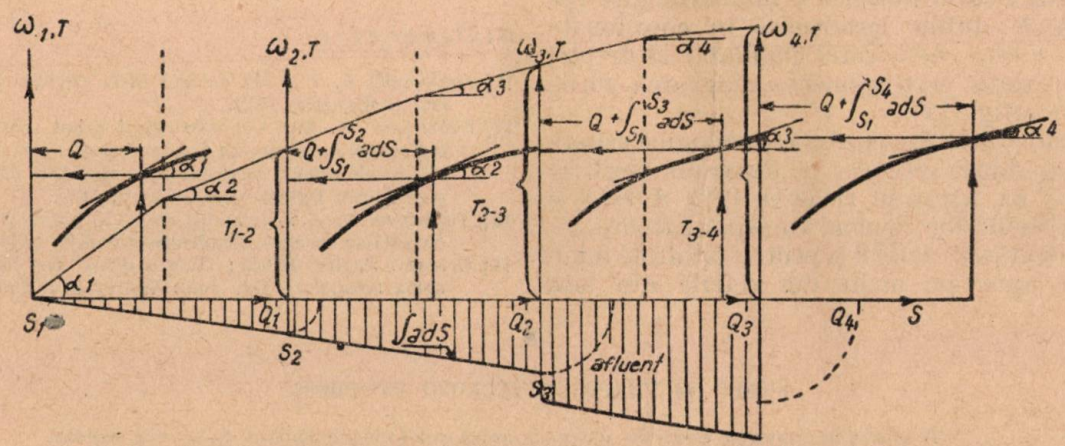


Fig. 11

perioada ianuarie-februarie sînt în genere mai mici decît cele din perioada septembrie-octombrie ; în zonele de șes fenomenul este invers.

Pornind de la aceste observații, prognoza debitelor minime se poate face după cum urmează :

1. O primă aproximație a duratei, datei și valorii debitelor minime se face în baza curbei de regim în perioada aprilie-septembrie a cărei prognoză am indicat-o mai sus.

2. O precizare a datei, duratei şi valorii debitelor minime se poate face în baza stabilirii curbelor de secare. Acestea reprezintă legătura între durata secetei t, debitul minim corespunzător Q şi debitul iniţial Q_0 (la începutul perioadei de secetă). Curba de secare, care reprezintă un caz particular de integrare a ecuaţiei scurgerii subterane stabilită de Boussinesque are următoarea expresie analitică :

$$Q_{mint} = Q_0 \; e^{-\alpha t} \qquad (11)$$

e fiind baza logaritmilor naturali şi α o caracteristică a bazinului.

Valoarea lui α se determină studiind curbele de secare din verile în care s-au efectuat obser-

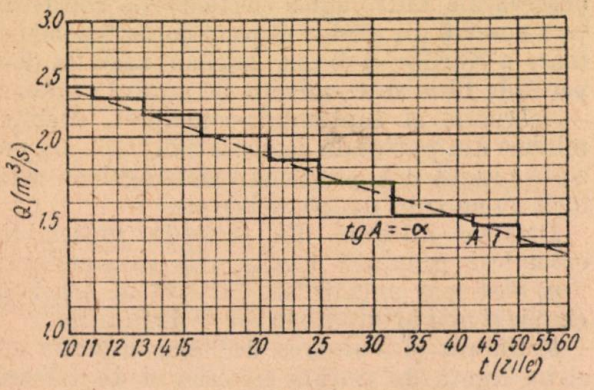


Fig. 12.

vaţii simultane hidrologice şi meteorologice (pe o diagramă dublu logaritmică în coordonate Q şi t, — α este coeficientul unghiular al dreptei care reprezintă pe o asemenea diagramă curba de secare) (fig. 12).

Dispunînd de o prognoză meteorologică asupra duratei şi datei secetelor în decursul verii, se stabileşte cu ajutorul ecuaţiei (11) durata şi valoarea debitelor minime corespunzătoare.

Procedeul este valabil şi pentru debitele minime care apar pe multe din rîurile din ţara noastră în lunile iunie-august dar care de regulă au valori mai mari decît minimele din perioada septembrie-octombrie.

Concluzii

Prognoza hidrologică, domeniu al hidrologiei de mare importanţă practică în economia apelor, este strîns legată atît de studiile hidrologice, cît şi de cele hidrometeorologice şi climatologice. Exactitatea prognozei şi decalajul în timp a prognozei în raport cu fenomenul respectiv este dependentă de exactitatea şi decalajul în timp a prognozei climato-meteorologice respective cît şi de exactitatea şi extinderea în trecut a observaţiilor hidrologice şi climato-meteorologice.

Totuşi lipsa şirurilor îndelungate de observaţii hidrologice sau climato-meteorologice nu trebuie să ne facă să renunţăm la prognoza hidrologică, în caz de necesitate. Prognoza bazată numai pe elemente hidrologice observate într-o perioadă scurtă de ani (ca de exemplu prognoza viiturilor pe baza nivelelor rîului la diverse staţiuni), chiar dacă ne dă prevederi pe durată scurtă, poate fi foarte utilă în practică.

Planificarea unor instalaţii hidrotehnice astfel ca ele să funcţioneze cu maximum de randament, trebuie să se bazeze pe o prognoză a debitelor rîului care serveşte de sursă. Introducerea în practică a diferitelor procedee de prognoză şi verificarea exactităţii lor de către institutele ştiinţifice şi economice interesate, va contribui într-o măsură foarte mare, atît la îmbunătăţirea metodelor de prognoză, cît şi la introducerea unor procedee mai raţionale de utilizare a resurselor de apă ale rîurilor noastre.

Bibliografie

[1] *Oghievschi A. V.* : Ghidrologia susci (Hidrologia uscatului) Selhozghiz, 1952.

[2] *Oghievschi A. V.* : Osnovîie itovî rabot slujbî ghidrologiceschi oprovescenia Dnieprostroia (Concluziile principale ale muncii serviciului de anunţare hidrologică a şantierului Dnieprestroi), Chiev, 1934.

[3] *Velicanov M. A.* : Dinamica ruslovîh patokov (Dinamica cursurilor de apă), Ghidrometeoizdat, 1949.

[4] *Creager, Justin, Hinds* : Engin ering for Dams. (Ingineria barajelor), Ed. John Willey and Sons.

★

ВОПРОСЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА

В статье излагаются способы прогноза стока рек (среднегодовые, за период апрель-сентябрь, максимальные и минимальные стоки) с помощью гидрометеорологических соотношений, указывая на некоторые полученные результаты при применении изложенных методов. Особо подчеркивается вопрос прогноза паводков, предусмотрение которых имеет особое практическое значение, и дается метод прогноза, который можно использовать даже когда имеется в наличии весьма краткий период гидрологических наблюдений.

★

FRAGEN HVDROLOGISCHER PROGNOSE

Der Aufsatz bringt verschiedene Verfahren für die Prognose der Flusswassermengen (mittlere jährliche Wassermengen, Wassermengen im Jahresabschnitt April—September, Mindest- und Höchstwassermengen) mittels hydrometeorologischer Beziehungen, sowie eine auf Grund der Verwendung dieser Methode erzeilten Ergebnissen. Der Verfasser legt besonderen Wert auf die Frage der Hochwasserprognose, die praktisch von grosser Bedeutung ist, und beschreibt ein Verfahren, das auch dann verwendet werden kann, wenn hydrologische Angaben nur über einen ganz beschränkten Zeitabschnitt zur Verfügung stehen.

Separatoare magnetice, element necesar al circuitului de alimentare cu cărbune în centralele termoelectrice

Ing. E. COSTIN

In domeniul producerii energiei electrice, procesul de măcinare este utilizat pentru sfărîmarea cărbunelui în centralele termoelectrice. Prin sfărîmare, cărbunele își mărește considerabil suprafața de ardere, arderea se face mult mai complet și în mai bune condiții.

Instalațiile de măcinare sînt de diverse tipuri și ele se aleg în funcție de calitățile cărbunelui de măcinat.

Unele din aceste instalații sînt foarte sensibile la duritatea obiectelor de măcinat. Un astfel de exemplu îl prezintă mor'le cu ciocane.

Pentru a asigura securitatea funcționării instalațiilor de măcinare, apare ca evidentă necesitatea extragerii obiectelor metalice de orice fel din cărbunele ce trebuie să ajungă în mori.

Extragerea, separarea de cărbune (ori de alte materiale de măcinat) a obiectelor din metale feroase se efectuează cu aparate bazate pe electromagneți.

Aceste aparate, sau atrag obiectele metalice, scoțîndu-le din circuitul cărbunelui, sau dirijează aceste obiecte pe un traseu separat de cel al cărbunelui.

Pînă în prezent, răspîndirea cea mai largă o au două tipuri de separatoare electromagnetice : un tip rotativ, care are menirea de a schimba traseul obiectelor metalice, dirijîndu-le în afara circuitului cărbunelui și un tip static, sub formă de electromagnet suspendat deasupra circuitului cărbunelui și care are drept scop extragerea și reținerea obiectelor metalice.

Ambele tipuri de separatoare electromagnetice sînt construite spre a-și exercita acțiunea asupra masei de material în mișcare : separatoarele se montează în general pe benzile ce transportă cărbunele din depozit la instalațiile de măcinare.

In instalațiile existente în țara noastră, pînă de curînd se foloseau numai separatoare magnetice rotative, care, ca tip, au apărut în practica centralelor (a silozurilor, morilor, etc.) înaintea tipului de separatoare magnetice suspendate.

Separatoarele magnetice rotative au un înveliș de formă cilindrică, un tambur ce se rotește cu o viteză egală cu viteza de deplasare a stratului de cărbune. De aceea ele pot servi și ca tamburi de antrenare a benzilor transportoare la care sînt instalate.

Separatoarele atrag obiectele metalice aflate în masa de cărbune și le reține pe suprafața lor, antrenîndu-le în mișcarea de rotire. Apoi printr-un procedeu ori altul, corpurile metalice sînt înlăturate de pe tamburi.

Înăuntrul învelișului de formă cilindrică se află polii propriu ziși, sub formă de discuri metalice instalate pe un ax. Intre discurile metalice se află înfășurările (bobinele).

Polii, împreună cu axul pe care sînt fixați, pot fi imobili față de tamburul ce se rotește, ori se pot roti împreună cu acesta. Dintre aceste două tipuri de separatoare rotative, construcția cea mai răspîndită este cea din urmă și de aceea ne vom opri mai mult asupra ei.

In exemplul din fig. 1 este arătat un separator rotativ de construcție sovietică. Atît bobinele cît și discurile sînt circulare. Discurile au rolul de poli magnetici, iar spațiile dintre ele conțin

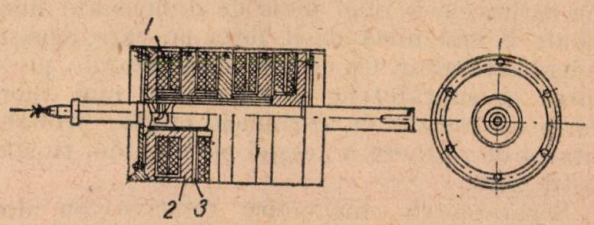


Fig. 1. Separator electromagnetic rotativ.
1—bobine; *2*—discuri; *3*—inele din material nemagnetic.

bobinele aflate într'o masă de cuarțbitum, un material izolant bun conducător de căldură și acoperite cu inele dintr-un material nemagnetic — alama, spre a nu shunta circuitul magnetic (fig. 1)

Este evident că într-o secțiune, făcută de-a lungul tamburului, cîmpul magnetic va avea o formă caracteristică : fluxul magnetic va fi mai pronunțat în dreptul polilor, slăbind pînă la anumite valori minime în spațiul dintre discuri. Neavînd la dispoziție astfel de separatoare, spre a le analiza experimental caracteristicile, se vor reproduce caracteristicile unui astfel de tip, ridicate în U.R.S.S. de uzina constructoare „ Parhomenco " din Ivanovo (fig. 2). Fără a ne opri asupra valorilor absolute ale intensității cîmpului magnetic, se face constatarea că pe suprafața separatorului există părți în care forța de atracție (așa numita forță portantă) este mai mare, și părți în care această forță scade (se știe că forța portantă este proporțională cu pătratul inducției $F = 0{,}4\ B^2S$).

Se deduce de aci că probabilitatea de reținere nu este uniformă de-a lungul generatoarei tamburului.

Mai mult, dacă se presupune că deasupra tamburului se deplasează un strat de cărbune de o anumită grosime, așa cum se și întîmplă

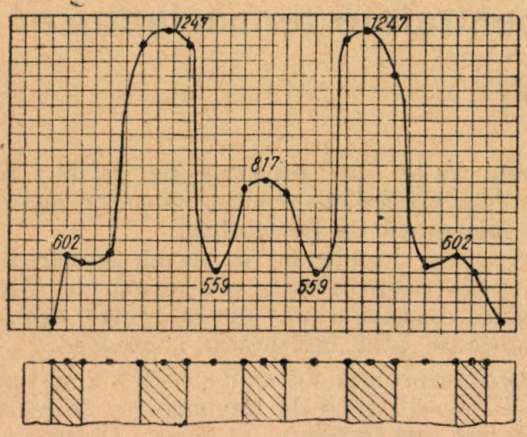


Fig. 2. Curba intensității cîmpului magnetic în lungul separatorului rotativ.

în realitate, se constată că pot fi atrase cu precădere doar piesele din imediata vecinătate a separatorului, adică cele de la fundul stratului. Un calcul simplu arată că la aceeași forță de atracție a separatorului, forța de frecare cu cărbunele a unei piese de dimensiuni mici, poate fi mai mică decît forța cu care aceasta aderă la tambur. Cu cît însă dimensiunile piesei cresc și suprafețele acesteia sînt mai mari, forța de frecare cu cărbunele crește, probabilitatea de reținere a acestei piese scade, tinzînd către zero.

Separatoarele magnetice rotative au deci următoarele caracteristici :

a) atrag cu precădere piesele aflate sub stratul de cărbune, cît mai aproape de suprafața separatoarelor ;

b) atrag mai ales piesele mici, piesele cu o greutate mai mare neputînd fi în general reținute.

Pentru mărirea eficacității separatoarelor în ceea ce privește piesele de dimensiuni mici, s-a căutat să se folosească diferența de greutate specifică dintre fier și materialul ce trebuie epurat. S-a făcut aceasta prin instalarea separatoarelor rotative în anumite feluri, așa cum se va vedea mai jos.

Separatoarele electromagnetice rotative, fiind construite sub formă de tambur, pot fi utilizate la întinderea și antrenarea benzilor transportoare, jucînd astfel un dublu rol.

Acest sistem de instalare (direct pe banda transportoare) — cel mai simplu — deși nu are avantajele sistemelor descrise în cele ce urmează este comparabil cu acestea și poate fi utilizat acolo unde situația benzii transportoare o permite (fig. 3, *a*).

In cazul în care montarea tamburului direct pe banda transportoare este imposibilă, banda transportoare principală poate fi făcută să deverseze pe o porțiune de bandă special montată pentru separator, (fig. 3, *b*).

Această porțiune de bandă este întinsă între doi tamburi dintre care unul este simplu, iar celălalt joacă și rolul de separator magnetic. Acest sistem de montare a separatoarelor rotative este mai avantajos decît cel anterior, deoarece prin deversare pe banda separatorului, bucățile de metal capătă posibilitatea de a ajunge la fundul stratului, datorită greutății specifice mai mari.

O altă variantă de montare a separatoarelor magnetice rotative este așezarea acestora sub extremitatea benzii transportoare așa fel încît cărbunele să cadă asupra separatorului rotativ, înainte de a fi deversat în buncăr (fig. 3, *c*). Prin aceasta se folosește din nou diferența dintre greutățile specifice ale fierului și cărbunelui, precum și faptul că, în momentul căderii, coeziunea între particulele de cărbune scade.

Insfîrșit, încă o metodă de montare a separatoarelor rotative este următoarea : înainte de deversarea peste separatoare, cărbunele trece peste o masă vibrantă, care tinde să asigure căderea obiectelor metalice la fundul stratului de cărbune (fig. 3, *d*).

Aceste mese vibrante, pe lîngă energia electrică suplimentară pentru funcționare, mai necesită și consolidarea clădirii, asupra căreia se transmit vibrațiile mesei.

Desprinderea obiectelor metalice de pe tambur se poate face în mai multe feluri, arătate în fig. 4.

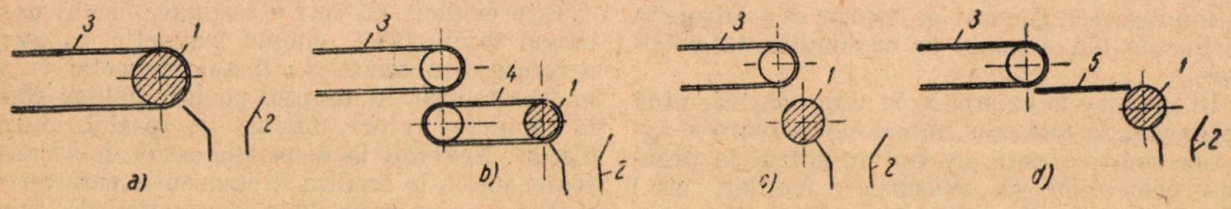


Fig. 3. Variante de instalare a separatorilor electromagnetici rotativi.
1—Separator; 2—Buncăr de cărbune; *3*—Bandă principală; *4*—Banda separatorului; *5*—Masă vibrantă.

In cazurile în care separatorul electromagnetic joacă și rolul de tambur pentru antrenarea benzii transportoare, obiectele metalice atrase aderă pe suprafața benzii, și cînd ajung în partea de jos a tamburului, forța de atracție scade și astfel cad, datorită propriei lor greutăți (fig. 4, *a*).

Pentru celelalte variante, în care cărbunele deversează peste separatorul magnetic, este necesară montarea unei perii, adesea o fâşie de cauciuc ce freacă în permanenţă suprafaţa

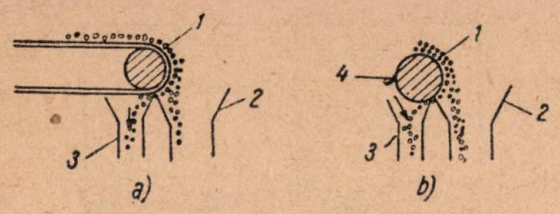


Fig. 4. Curăţirea separatorului de obiecte metalice.
1—Separatorul electromagnetic; *2*—Buncăr de cărbune; *3*—Buncăr pentru obiecte metalice; *4*—Dispozitiv pentru curăţirea separatorului.

separatorului, curăţind-o de obiectele metalice (fig. 4, *b*).

Mai este construit un tip de separator electromagnetic rotativ, întrucîtva modificat faţă de tipul descris pînă acum. Discurile care reprezintă polii nu mai au forma circulară, ci formează un sector circular (fig. 5). Acest sector

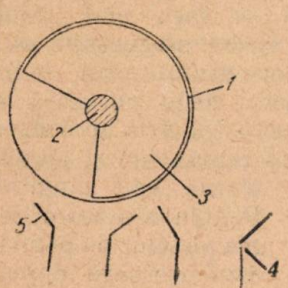


Fig. 5.
1—Tambur mobil; *2*—Ax fix; *3*—Pol magnetic; *4*—Buncăr de cărbune; *5*—Buncăr pentru obiecte metalice.

este înfăşurat cu o bobină, formînd un pol al magnetului. Seria de poli fixată astfel pe ax, este imobilă. Se roteşte numai cilindrul executat dintr-un material nemagnetic (de exemplu fontă nemagnetică, ori alamă) care acoperă polii şi înfăşurările. Acest separator electromagnetic poate fi montat în acelaş mod ca şi cel descris anterior. Diferenţa este că aci piesele metalice atrase şi fixate pe tamburul cilindric se rotesc împreună cu acesta, pînă ce ajung în zona în care nu există pol magnetic. Acolo piesa cade, prin proprie greutate.

In concluzie, este necesar să subliniem că utilizarea separatoarelor magnetice rotative, fără luarea unor măsuri suplimentare, nu creează siguranţa completă a epurării pieselor metalice din diversele materiale. Separatoarele magnetice rotative reţin cu precădere piesele de dimensiuni mici, aflate în partea inferioară a stratului de epurat.

In cazul centralei termoelectrice considerate, utilizarea separatoarelor magnetice rotative nu a dat rezultate satisfăcătoare. Remedierea neajunsului indicat la puctul b. nu a fost posibilă prin modificarea construcţiei. Imbunătăţirea situaţiei a fost posibilă numai prin adoptarea unui alt tip de separator, descris mai jos.

*

Al doilea tip de separator magnetic este tipul de separator magnetic suspendat, compus dintr-un electromagnet în formă de potcoavă simplă, dublă sau triplă, aşezat deasupra benzii transportoare, al cărui flux magnetic se închide prin materialul de epurat (fig. 6).

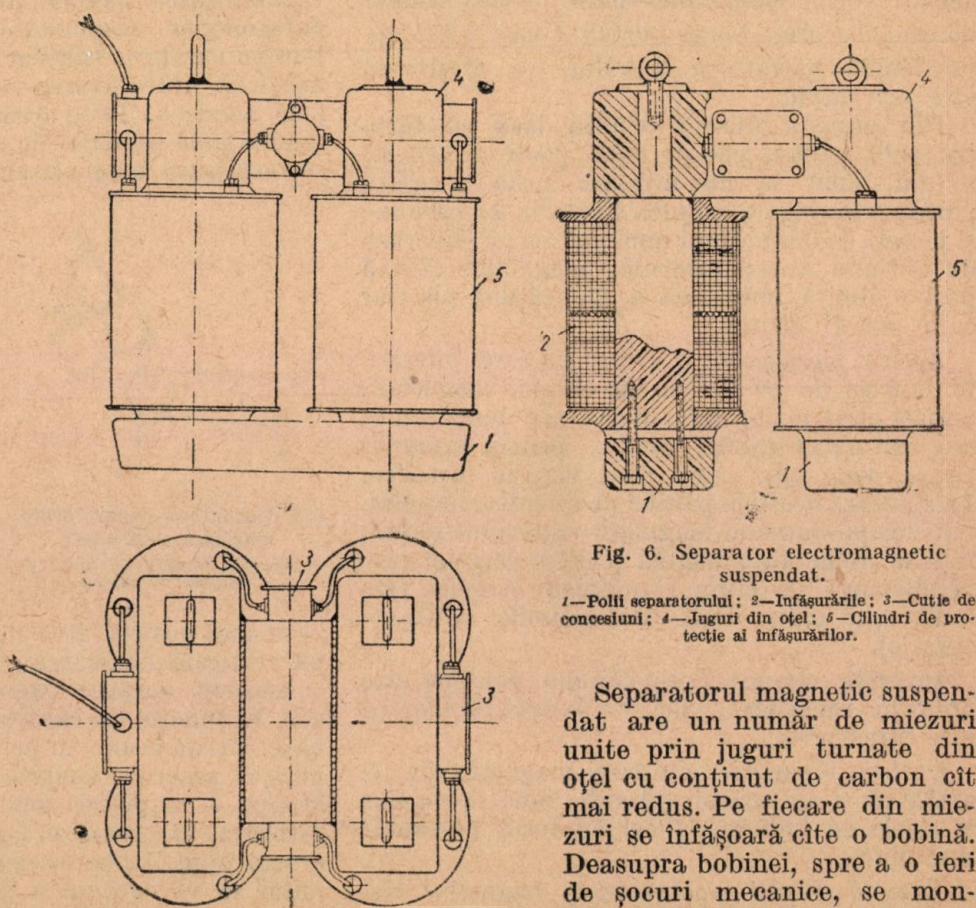


Fig. 6. Separator electromagnetic suspendat.
1—Polii separatorului; *2*—Infăşurările; *3*—Cutie de concesiuni; *4*—Juguri din oţel; *5*—Cilindri de protecţie ai înfăşurărilor.

Separatorul magnetic suspendat are un număr de miezuri unite prin juguri turnate din oţel cu conţinut de carbon cît mai redus. Pe fiecare din miezuri se înfăşoară cîte o bobină. Deasupra bobinei, spre a o feri de şocuri mecanice, se montează un cilindru dintr-un material nemagnetic. Sub miezul pe care este înfăşurată bobina, se aşază o talpă. Tălpile, aşezate pe polii opuşi ai electromagnetului sînt paralele şi servesc la uniformizarea cîmpului magnetic. In cazul în care fiecare pol are două sau mai multe miezuri, talpa serveşte drept legătură magnetică între aceste miezuri.

Practic, aceste tălpi reprezintă polii separatorului.

Polii separatorului magnetic suspendat au lățimea benzii transportoare și sînt plasați transversal față de aceasta. Cîmpul magnetic se închide deci paralel cu direcția de deplasare a cărbunelui. Orice obiect metalic care cade în raza acestui cîmp magnetic, trebuie să fie atras și să adere la suprafața polilor magnetici.

Principiul acestui aparat este mai simplu decît al celui expus înainte, iar eficacitatea sa este mai mare tocmai în partea în care separatoarele rotative nu fac față cerințelor.

Separatorul suspendat atrage piesele de dimensiuni mari cu o forță ce crește proporțional cu aceste dimensiuni, din cauză că la piesele metalice de dimensiuni mari, se reduce sensibil drumul pe care liniile de forță magnetică trebuie să-l parcurgă prin aer, deci scade reluctanța circuitului magnetic. Aceasta face ca fluxul să aibă o creștere însemnată pentru aceiași forță magnetomotoare (același număr de amper-spire). Forța portantă care este proporțională pătratului fluxului, va crește cu atît mai mult.

Din această relație rezultă însă că forța portantă pentru piesele mici, poate fi atît de redusă, încît să nu întreacă forța necesară pentru a învinge coeziunea stratului de cărbune și piesele de dimensiuni mici pot scăpa din raza de acțiune a separatorului magnetic. Există deci o limită inferioară a greutăților pieselor care pot fi atrase.

Aceiași piesă poate fi atrasă cu forțe diferite, în funcție de poziția sa în cîmpul magnetic : aceiași piesă poate să fie în cea mai bună sau în cea mai defavorabilă poziție. Pentru exemplificare, vom cita cazul unei vergele metalice. La așezarea acesteia paralel pe direcția cîmpului, reluctanța cîmpului magnetic va fi mult redusă față de reluctanța pentru poziția vergelei perpendiculară pe cîmp (lungimea vergelei este mult mai mare decît dimensiunile ei transversale).

Insfîrșit, cîmpul între cei doi poli nu este uniform repartizat, nici în lungul polilor și nici transversal.

Curbele repartiției cîmpului magnetic (fig. 7) arată că și aci există anumite zone favorizate și altele cu inducție (deci cu forță portantă) mai mică.

Rezultă că nici separatoarele magnetice suspendate nu au o capacitate absolută de atracție, fiecare obiect metalic are o probabilitate mai mare sau mai mică de a fi atras.

Locul de plasare a separatoarelor suspendate are de asemenea importanță : Plasînd separatoarele deasupra benzii, în locurile în care banda deversează și în care coeziunea materialului este mult redusă, se coboară limita inferioară a greutății pieselor ce pot fi atrase, limită de care s-a vorbit mai sus. De obicei, montarea se face ca în fig. 8.

Bineînțeles, în toate cazurile, separatoarele trebuie așezate cît mai aproape de bandă,

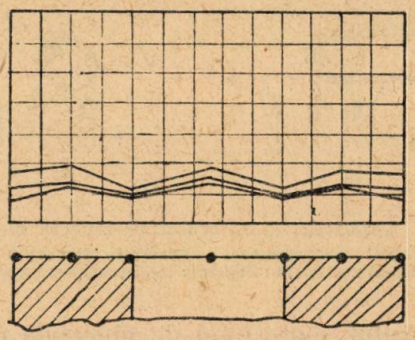


Fig. 7. Curba intensității cîmpului magnetic în lungul separatorului suspendat.

pentru a reduce intrefierul. Acest lucru necesită nivelarea stratului de cărbune pentru stabilirea precisă a grosimii lui.

Inlăturarea pieselor atrase de pe tălpile separatoarelor suspendate se face mai greoi. Pentru curățirea tălpilor electromagnetului este necesară întreruperea curentului prin bobinele acestuia. Prin aceasta, forța portantă se reduce pînă aproape de zero (pînă la zero dacă se neglijează magnetismul remanent) și piesele atrase cad singure. Pentru a evita căderea pieselor pe bandă, este necesară deplasarea laterală a separatorului înainte de întreruperea curentului. Deplasarea se face prin suspendarea separatorului cu ajutorul unui palan sau a unei pisici mecanice de translație. Mecanismul de suspensie trebuie să asigure de asemenea posibilitatea manevrării separatorului pe verticală (ridicarea și coborîrea lui).

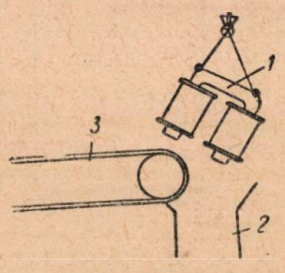


Fig. 8. Montarea separatorului magnetic suspendat.
1—Separator magnetic; 2—Buncăr de cărbune; 3—Bandă

Această curățire trebuie făcută destul de des, în funcție de cantitatea de materiale adunate. Există în adevăr pericolul — asupra acestui pericol practica centralei considerate a atras atenția — ca piesele acumulate pe tălpile separatorului să creeze o „ punte ” metalică între aceste tălpi. In acest caz, o mare parte a cîmpului se va concentra prin această „ punte ”, iar forța portantă utilă va scădea sensibil.

La exploatarea separatoarelor suspendate apare necesitatea ca personalul, care supraveghează circuitul de trausport al cărbunelui să supravegheze și separatoarele cu o deosebită atenție și să ia fără întîrziere măsuri de curățirea lor.

Din practica obținută în cazul centralei menționate în acest articol, a reeșit că, rezultate

satisfăcătoare în ceea ce privește epurarea obiectelor metalice din cărbune, nu au fost posibile prin utilizarea separată a unuia sau a celuilalt tip de separatoare. Din cele expuse, precum și din practica utilizării instalațiilor electromagnetice de separare, s-a ajuns la concluzia că efectul maxim îl poate avea numai utilizarea combinată a separatoarelor electromagnetice rotative și suspendate, adică montarea separatoarelor de ambele tipuri pe același traiect. Acest procedeu a dat satisfacție în exploatare.

Prin efect maxim nu trebuie înțeleasă probabilitatea 100% de înlăturarea a obiectelor metalice din cărbunele epurat. Dacă eficacitatea unui grup combinat de separatoare — unul rotativ și altul suspendat — este suficientă pentru a împiedica trecerea pieselor de dimensiuni relativ mari, nu același lucru poate fi spus și despre piesele de dimensiuni, reduse, din care totuși cea mai mare parte sînt reținute. Este de la sine înțeles că instalațiile de măcinat nu trebuie să aibă o sensibilitate chiar atît de ridicată, așa că cele cîteva piese de dimensiuni reduse care ar putea trece, nu sînt în general periculoase. In cazul unei instalații de măcinat prea sensibile, mărirea eficacității epurării devine mai grea. Ea poate fi făcută doar prin montarea mai multor grupuri de separatoare rotative și suspendate, în serie (în cascadă), așa fel încît cărbunele să parcurgă de mai multe ori procesul de epurare. Deoarece cărbunele, la trecerea de pe o bandă pe alta, prin deversare, (pentru schimbarea direcției etc.) își schimbă așezarea pe bandă, plasarea grupurilor unei cascade de separatoare trebuie făcută pe părți diferite ale traiectului de cărbune — nu este recomandabil ca pe aceiași bandă să existe două grupuri de separatoare în serie.

Dacă există mori cu sensibilitate atît de accentuată apoi există și mori cu sensibilitate foarte redusă la obiecte metalice. Printre acestea citām morile cu bile, care trebuie ferite numai de obiectele de dimensiuni mari. De aceea, protecția acestor mori împotriva obiectelor metalice este suficientă adoptînd separatoare magnetice suspendate.

Traiectul de cărbune, avînd în centralele electrice o rezervă de 100%, apare ca necesară existența unui număr dublu de separatoare electromagnetice — cîte una pentru fiecare din cele două circuite de cărbune. Numai astfel poate fi asigurată posibilitatea revizuirii vreunuia din separatoare, fără ca epurarea cărbunelui să sufere.

*

Partea electrică a separatoarelor electromagnetice conține înfășurările propriu zise, sistemul de conectare a înfășurărilor între ele și aparatajul pentru conectarea separatoarelor la rețea. Partea electrică a separatoarelor suspendate nu diferă esențial de cea a celor rotative.

Infășurările propriu zise sînt astfel calculate încît să nu depășească anumite limite de încălzire și sînt astfel alese încît, prin schimbarea conexiunilor (de la serie la paralel sau invers) separatorul să poată fi trecut în funcționare sub tensiunea de 110 sau 220 V (fig. 9).

Schimbarea acestor conexiuni se poate face la bornele înfășurărilor ce sînt aduse într-o cutie de contacte care la separatoarele rotative se rotește împreună cu axul.

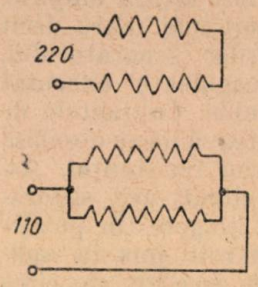


Fig. 9. Corexiunile înfășurărilor separatorilor magnetici.

La separatoarele suspendate, cutia contactelor are o construcție simplă, în timp ce la separatoarele rotative ea conține un sistem de inele și perii prin care se face legătura electrică între sursa de curent continuu și înfășurările ce se rotesc. Conectarea separatoarelor la rețea se face printr-un aparat de construcție specială, care pe lîngă rolul de a închide și a întrerupe circuitul separatorului, are și pe acela de a conecta o rezistență de stingere la bornele separatorului, în momentul întreruperii curentului.

In momentul întreruperii curentului ce trece printr-o înfășurare cu inductanța L și rezistența R, se produce o variație de flux magnetic, care este cu atît mai mare, cu cît perioada t de scădere a curentului este mai mică

$$\varphi = iL \quad L\frac{di}{dt} = \frac{d\varphi}{dt}$$

Cum la întreruperea curentului elementul $\frac{di}{dt}$ capătă valori foarte însemnate și cum se știe că $e = \frac{d\varphi}{dt}$, forța electromotoare de autoinducție e se aplică înfășurărilor și capătă valori ce

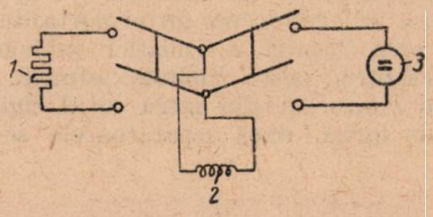


Fig. 10

1—Rezistență de descărcare; *2*—Infășurările separatorului magnetic; *3*—Sursă de curent contînu

depășesc cu mult valorile tensiunilor de lucru. Aceste supratensiuni, pe lîngă faptul că pun în pericol izolația aparatului, suprasolicitînd-o și grăbindu-i ieșirea din uz, prejudiciază securitatea personalului ce s-ar afla în acel moment în apropierea separatoarelor.

In practica centralei în cauză au existat unele cazuri de distrugere a înfășurărilor separatoarelor, din această cauză.

Pentru evitarea acestui fenomen, este suficient să se conecteze înfășurările separatorului pe o rezistență în care energia acumulată în cîmpul magnetic al separatorului, să se poată

transforma în căldură şi care să contribue la mărirea constantei de tip a circuitului. Această rezistenţă, în regimul normal de funcţionare, trebuie să fie deconectată, spre a nu provoca pierderi de energie.

Practic, rezistenţa aceasta ce joacă rol de rezistenţă de descărcare, a fost aleasă empiric, avînd o valoare de 5—10 ori mai mare decît cea a rezistenţei înfăşurărilor separatorului, iar întrerupătorul a fost imaginat şi executat ca un heblu cu contacte duble. Contactele de funcţionare sînt astfel reglate ca să nu se deschisă înaintea închiderii contactelor rezistenţei. Astfel, scurt timp rămîn în circuit atît separatorul, cît şi rezistenţa de stingere (în poziţie intermediară). Acest sistem este pus în aplicare într-una din instalaţiile noastre, de circa un an şi dă rezultate satisfăcătoare. El este aplicabil cu atît mai mult cu cît curentul de lucru al separatoarelor magnetice nu întrece 11,5—12 A la 110 V.

Sursele de energie pentru alimentarea separatoarelor magnetice trebuie să răspundă şi ele cîtorva necesităţi. Astfel este necesară posibilitatea reglării în anumite limite (destul de reduse de altfel) a tensiunii, precum şi posibilitatea menţinerii acesteia cît mai constante.

Reglarea tensiunii de alimentare este necesară mai ales imediat după punerea în funcţiune a separatoarelor, cînd acestea sînt încă reci. Pe măsură ce separatoarele se încălzesc, rezistenţa înfăşurărilor creşte şi pentru menţinerea constantă a forţei magneto-motoare (numărul de amper-spire deci fluxul şi forţa portantă) este necesară ridicarea treptată a tensiunii pînă la valoarea tensiunii de regim normal. Apoi, după stabilirea acestei tensiuni, regimul de lucru trebuie menţinut cît mai constant; uzina sovietică constructoare a separatoarelor electromagnetice, recomandă ca variaţiile tensiunii să nu întreacă $\pm$ 3% pentru a se evita, atît reducerea forţei portante, cît şi uzarea prea rapidă a izolaţiei înfăşurărilor, prin încălzirea peste limitele admise.

Aceste limite nu sînt întru totul rigide: în vreme de iarnă, dacă separatoarele se instalează în încăperi neîncălzite, curentul de lucru poate fi ridicat într-atît încît să nu pună în pericol izolaţia prin încălzire neadmisibilă. Este necesar însă să subliniem că în acest caz, urmărirea încălzirii trebuie făcută nu la suprafaţa înfăşurărilor ci în mijlocul acestora, unde gradientul temperaturii atinge valorile maxime.

Ca sursă de alimentare pentru satisfacerea cerinţelor de mai sus, se indică grupurile convertizoare motor-generator, care funcţionează pentru alimentarea unor sarcini permanente (de exemplu mai multe separatoare magnetice) aceasta pentru a evita variaţiile de tensiune la bornele maşinii.

Pot fi de asemeni utilizate în acest scop şi redresoarele cu mercur, cu condiţia montării unor dispozitive pentru reducerea pulsaţiilor curentului redresat.

Concluzii

Importanţa funcţionării cît mai eficace a separatoarelor electromagnetice este determinată de sensibilitatea instalaţiilor de măcinare, faţă de obiectele metalice amestecate în materialul de măcinat, (de exemplu în cărbune).

Separatoarele electromagnetice, atît cele rotative, cît şi cele suspendate, fiecare în parte nu asigură completa înlăturare a materialelor feroase din cărbune. Pentru mărirea eficacităţii extracţiei, acolo unde acest lucru este cerut de sensibilitatea instalaţiilor, este necesară combinarea în anumite moduri a celor două tipuri de separatoare, de-a lungul circuitului de alimentare cu cărbune.

Alimentarea separatoarelor electromagnetice se efectuează în curent continuu, de la surse cu tensiunea cît mai stabilă.

Prin mărirea siguranţei şi a stabilităţii funcţionării instalaţiilor de măcinat cărbunele, separatoarele electromagnetice creiază posibilitatea unei funcţionări normale şi fără întreruperi a alimentării cu cărbune în centralele termoelectrice.

Centrala termo-electrică de mare putere Elba

Bazele construcției centralei. Cererile sporite de energie în R.D.G. au impus să se proiecteze și să se construiască într-un ritm rapid un număr mare de centrale termo-electrice. Ca prim pas, s-au construit în serie turbine de condensație de 12,5 M.W. De asemenea, au fost reamenajate și extinse o serie de centrale existente sau au fost instalate utilajele în clădiri construite anterior. Aceste clădiri realizate în timpul celui de al doilea război mondial au fost proiectate pentru instalații cu parametrii de 125 at 500°C cu supraîncălzire intermediară la 20 at și 450°C. Grupul electrogen pe două axe, cuprindea o turbină de înaltă presiune de 25 M.W și o turbină de joasă presiune de 50 M.W. In cadrul planului de construcții de centrale electrice, avînd în vedere economia pentru oțeluri speciale, s-a preconizat realizarea unor mașini cu parametri mai scăzuți. Astfel pentru extinderea centralelor existente și chiar la marile construcții noi, s-au folosit parametrii de 40 at și 450°C. La reconstrucția marilor centrale, în scopul reducerii consumului specific s-au adoptat totuși parametrii ridicați. Intre centralele reconstituite se găsește și marea centrală termoelectrică Elba, pentru care s-au ales parametrii 80 at, 500°C, fără supraîncălzire intermediară. Schema termică adoptată este arătată în fig. 1.

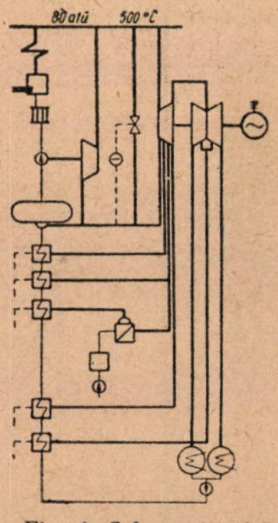


Fig. 1. Schema termică a centralei

Schema adoptată a permis realizarea instalației cu un consum minim de oțeluri nobile. Centrala este răcită cu apă din Elba, care oferă un debit suficient și apă la temperatură scăzută. Vidul la condensator este ridicat și în consecință umiditatea aburului, după ultima treaptă, este mare. Vechea centrală Elba avea parametrii la turbină de 56 at și aproape 500°C, obținîndu-se umiditatea finală a aburului de 7 pînă la 8%. In noile condiții de lucru, umiditatea atinge 11 pînă la 12%. Pentru reducerea eroziunii paletelor la ultimile două trepte ale turbinei, au fost proiectate dispozitive pentru eliminarea picăturilor de apă.

Proiectarea și dispoziția centralei Elba. Proiectul reconstrucției centralei Elba a fost făcut utilizîndu-se la maximum construcțiile existente și realizînd totodată o instalație tip refolosibilă la fabricațiile în serie. Centrala este echipată cu 6 turbine de 32 M.W. (două grupuri de trei unități), prevăzîndu-se extinderea cu încă un grup similar de trei turbine. Turbinele sînt cuplate bloc cu cazanele care au debitul de 160 t/h. Sînt instalate în prezent 6 cazane urmînd ca prin extindere să se mai instaleze încă trei.

Combustibilul folosit este lignitul cu o putere calorifică inferioară de 2 000 kcal/kg adus cu un tren electric de mină de la trei mine din apropiere. Cărbunele este descărcat în bunkere, de unde este scos cu ajutorul unor benzi metalice, lateral la dreapta și la stînga spre concasori și de aici cu ajutorul a două benzi de cauciuc, avînd fiecare o capacitate de 500 t/h la sala cazanelor unde se depozitează în bunkere duble.

Avînd în vedere transporturile de combustibil, depozitul de cărbune s-a realizat imediat înaintea cazanelor în bunkere dimensionate pentru funcționare la plină sarcină timp de 40 ore.

In centrală se găsesc două șiruri de bunkere, unul spre sala mașinilor și unul spre exterior; o serie de benzi transversale permite transportarea cărbunelui de la un șir de bunkere la celălalt, mărindu-se astfel siguranța în exploatare.

Apa de răcire se obține din Elba prin pompare în două stații de pompe. Prima stație are patru pompe, cea de a doua două pompe, fiecare pompă cu debitul de 14 000 m³/h și înălțimea de pompare de 10—15 m.

Apa este adusă la condensator prin trei conducte ∅ 1 700 mm, cîte una pentru fiecare grup de unități.

Evacuarea zgurii de la focar se face hidraulic și se transportă apoi pe cale ferată. Evacuarea cenușii de la filtrele electrice se face pe cale uscată, servind ca material de construcții.

Dispoziția clădirii principale este arătată în fig. 2.

Mașinile sînt dispuse cu axul perpendicular pe axul sălii. Stația de 6 kV și camera de comandă sînt paralele și lipite de sala mașinilor. In sala serviciilor interne se găsesc preîncălzitorii și pompele de alimentare. Turbinele

*) B. Marschewski Energie Technik nr. 6 1955 pag. 242—256.

au cinci prize de abur. Preîncălzirea apei este de 190°C. Alimentarea cazanelor se face în mod normal prin turbo-pompe şi ca rezervă cu electro-pompe, fiecare pompă avînd un debit de 320 t/h.

Fiecare grup de trei cazane este legat la un coş. La reconstrucţia centralei s-au folosit coşurile vechi. Coşurile au înălţime de 140 m şi o deschidere la gură de 7,5 m.

Instalaţia cazanelor de abur. Cazanele de abur sînt de tipul cu radiaţie cu circulaţie naturală fiecare cazan fiind alimentat cu patru mori cu ciocane. Încărcarea normală a cazanului este de 135 t/h. Sarcina maximă continuă a cazanului 160 t/h. Această sarcină a fost

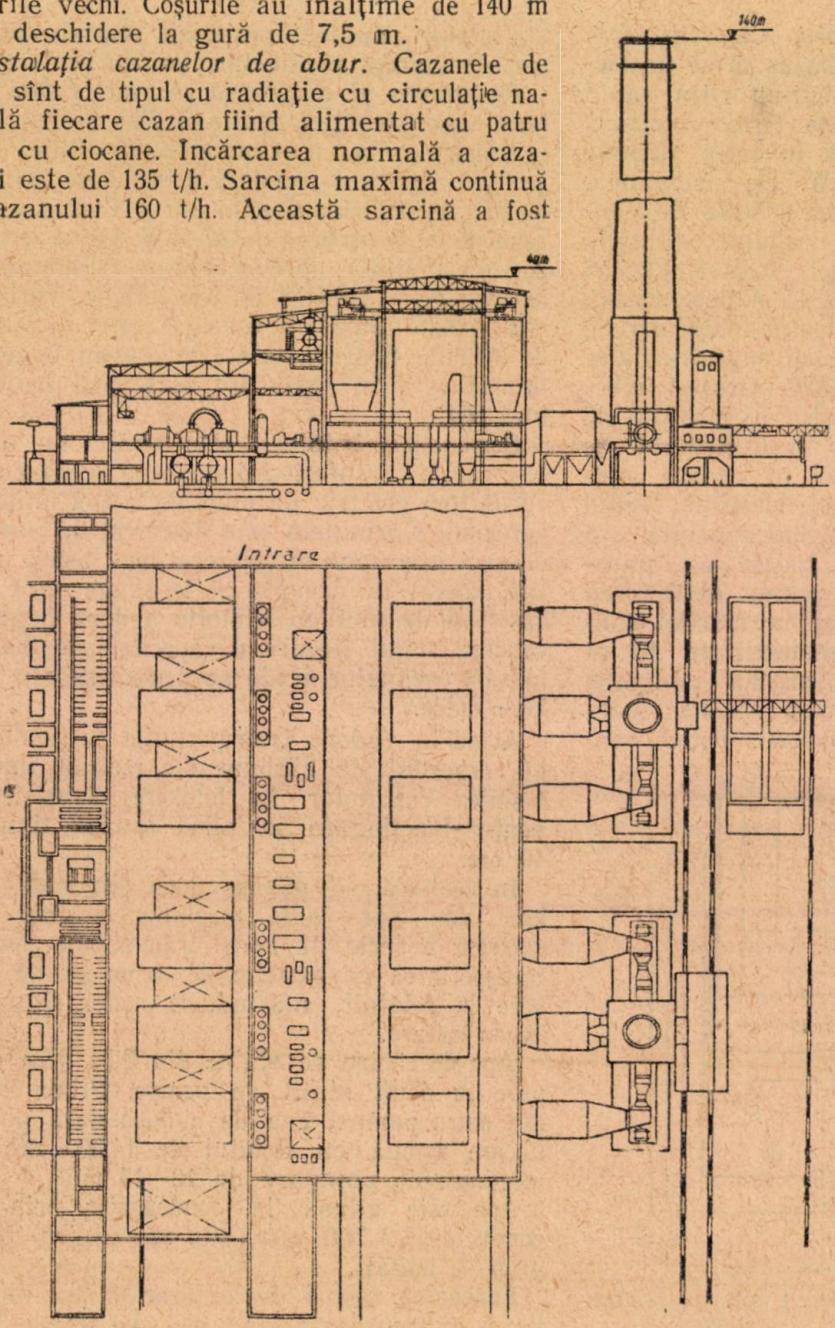


Fig. 2. Plan şi secţiune în clădirea principală

calculată avîndu-se în vedere murdărirea suprafeţelor cazanului după o funcţionare de lungă durată.

Cărbunele este adus de la bunkere la morile cazanului prin benzi metalice cu plăci.

Ventilatoarele de aer ale cazanului în număr de două, se găsesc imediat în spatele cazanului.

Inainte de a intra în coş, gazele arse trec prin filtre electrice de cenuşe după care sînt aspirate de un ventilator axial. Faţă de vechile filtre de cenuşe de construcţie verticală, care aveau ventilatorul dispus la partea superioară, noile filtre sînt de construcţie orizontală şi oferă o aşezare mult mai judicioasă a ventilatoarelor pe un planşeu la acelaşi nivel cu filtrele. Din cauza construcţiei existente la coş, gazele arse refulate sînt introduse în coş prin deschiderile laterale existente, iar la cazanul din mijloc gazele pătrund în coş prin partea dinapoi, după ce au traversat în prealabil baza. La canalele de gaze au fost folosite cu succes elemente directoare reducîndu-se rezistenţele la coturi. O secţiune a cazanului de abur este arătată în fig. 3.

Conductele centralei şi serviciile interne. Conductele de abur sînt construite sistem bloc, între cazane existînd o bară de ajutor şi o conductă colectoare pentru racordarea turbo-pompelor şi ale reductorilor de presiune. Eşaparea de la turbo-pompele de alimentare împreună cu priza de presiune cea mai înaltă a turbinei, sînt adunate într-un inel colector de 12,8 ata de la care se alimentează degazorii.

Condensatul este preîncălzit după sistemul schemei bloc pînă la rezervoarele degazorilor, de unde este preluat printr-o bară colectoare dublă, de pompele de alimentare.

Schema termică desfăşurată este arătată în fig. 4.

Grupul turbogenerator. Turbinele au puterea de 32 M. W. 3 000 rot/min şi sînt de tipul în două corpuri cu dublu flux şi doi condensatori. Corpul de înaltă presiune are 13 roţi de acţiune, iar corpul de joasă presiune are trei roţi în dublu flux de reacţiune. Condensatorii turbinei au fiecare 2 250 m². Parametrii aburului la intrarea în turbină sînt de 71 ata şi 485°C.

Debitul de abur la intrare este de 130 t/h şi debitul la condensatori de aproximativ 100 t/h.

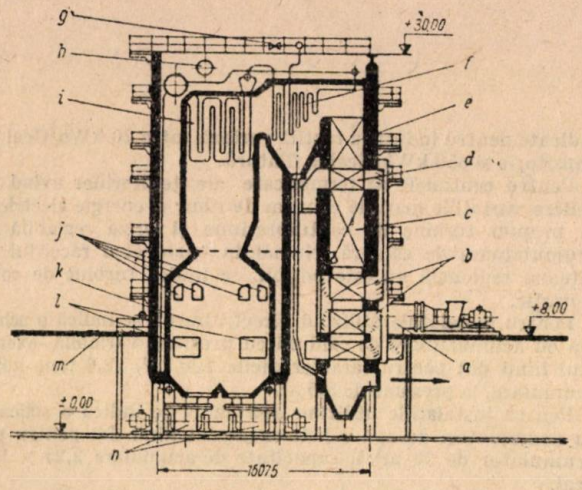


Fig. 3. Cazan cu radiaţie 160 t/h, presiune de regim 84 kg/cm², temperatura aburului după supraîncălzitor 500 °C.
a—ventilator aer; *b*—preîncălzitor de aer cu plăci; *c*—economizor; *d*—preîncălzitor de aer din fontă; *e*—supraîncălzitor de convecţie; *f*—ieşire abur; *g*—tambur; *h*—supraîncălzitor de abur, aspiraţie, gaze arse spre mori; *i*—focar; *j*—arzătoare; *k*—podest deservire; *l*—mori de cărbune.

Generatorul de 40 MVA la tensiune de 6,3 kV este răcit cu aer în circuit închis.

Instalaţii electrice. Transformatorii 6,3/110 kV sînt montaţi bloc cu maşinile. Staţia de

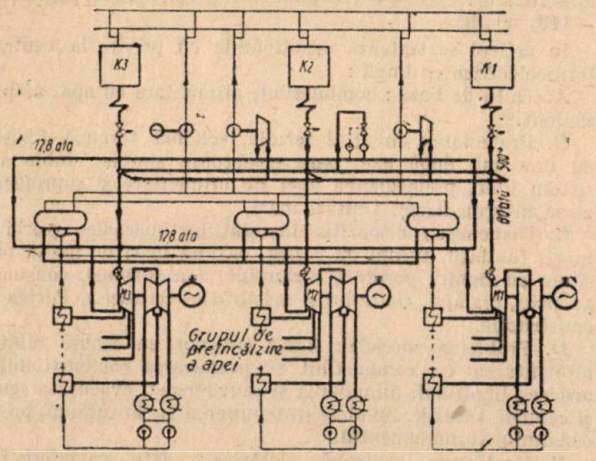


Fig. 4. Schema termică desfăşurată pentru un grup de trei unităţi.

110 kV de tipul exterior este prevăzută cu un triplu sistem de bare conform schemei indicată de fig. 5.

Serviciile interne sînt alimentate prin doi transformatori coborîtori 110/6 kV şi ca rezervă printr-o derivaţie la tensiune de 6,3 kV direct de la generatorii 2 şi 3.

Instalaţii anexe. Instalaţiile pentru pomparea apei sînt realizate cu pompe înecate cu axul vertical.

Instalaţia pentru epurarea apei de adaos, alimentat din apa de răcire este prevăzută cu o instalaţie de coagulare, filtrare şi preparare chimică cu filtre cationice Wofatit.

În sala maşinilor se găseşte un pod rulant de 70 t. Sala serviciilor interne posedă de asemenea un pod rulant, în schimb la degazori nu există dispozitive de ridicare.

Partea de construcţie. Vechea centrală Elba era construită integral din schelet metalic. Din motive de economie a laminatelor, la re-

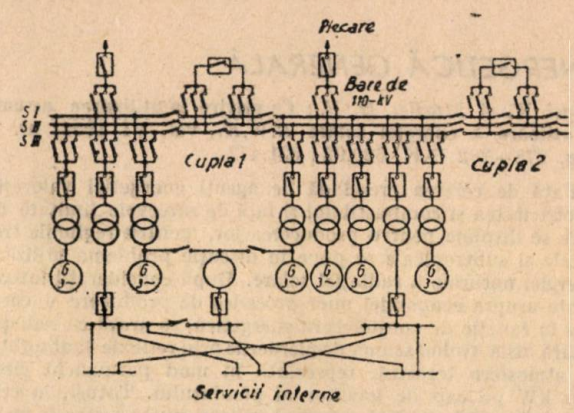


Fig. 5. Schema electrică de principiu.

construcţie s-au utilizat stîlpi de beton armat şi ferme metalice. Fundaţiile turbinelor vechi au putut fi reutilizate.

O privire de ansamblu asupra clădirii principale este redată în fig. 6.

Comparaţie între centrala Elba şi alte centrale moderne. Consumul de căldură la bor-

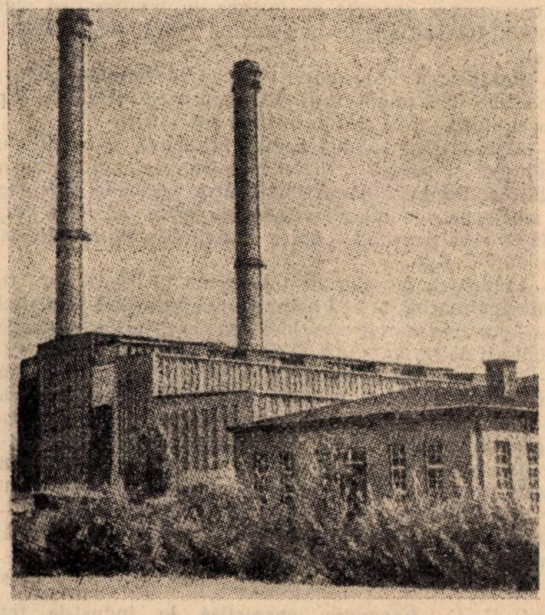


Fig. 6. Clădirea principală văzută dinspre frontul extinderii.

nele generatorului este de 3070 kcal/kWh şi avînd în vedere pierderile şi consumul propriu, consumul specific este de 3375 kcal/kWh.

După cum arată autorul în comparaţie cu datele caracteristice ale altor centrale construite în diferite ţări, rezultă că centrala Elba este o instalaţie modernă deşi nu utilizează o serie de elemente folosite în ultimul timp, precum cazane în aer liber, sau cazane cu debit foarte mare.

ENERGETICĂ GENERALĂ

Vogel W. şi *Mueller H. F.*: **Cu privire la utilizarea actuală şi viitoare a energiei solare** *B.W.K.*, vol. VI 1954, nr. 7, pag. 278–282 D.K. 620.92 : 621.472

Faţă de cererea crescîndă de agenţi energetici valoroşi : electricitatea şi combustibilul şi faţă de rezervele limitate de care se dispune pentru producerea lor, pentru regiunile tropicale şi subtropicale se pune în discuţie problema utilizării energiei naturale a radiaţiei solare. După consideraţii interesante asupra economiei unor procedee de producere a energiei în funcţie de conjunctura energetică, se arată că radiaţia solară utilă, ţinînd seama de pierderile prin reflexie şi absorbţie în atmosfera terestră, reprezintă în mod permanent circa 750 kW pe cap de locuitor al pămîntului. Totuşi, în cele mai multe ţări, stadiul actual al culturii nu ar putea fi menţinut fără utilizarea energiei solare indirecte („istorice") din cărbuni şi alte zăcăminte de combustibil şi din rezervele de energie hidraulică şi eoliană. Se pune întrebarea dacă utilizarea integrală a energiei solare directe ar fi posibilă şi dacă în acest mod ar putea fi suplinită epuizarea energiei solare „istorice".

Ca încercări de utilizare a energiei solare se menţionează :

— Centrale termice cu oglinzi parabolice construite în Egipt şi în S.U.A. care s-au dovedit utilizabile, însă fără vre-o rentabilitate deosebită.

— Staţia experimentală din Pirinei (Mont Louis) cu oglinzi parabolice de 120 m, realizînd o putere de 75 kW folosită pentru procese speciale de fuziune cu temperaturi pînă la 3 000°C. Instalaţia este în stare de funcţiune circa 250 zile anual.

— Producerea de termoelectricitate cu termoelemente realizînd 200–700 micro V/°C. Randamentele stabilite experimental pînă în 1954 sînt de ordinul a 6–10 %.

— Acumulatori termici pentru încălzirea şi condiţionarea locuinţelor şi pentru utilizări chimice, reclamînd rezolvarea problemei limitării pierderilor pentru perioade îndelungate. Ca medie de acumulare se foloseşte sarea Glauber $Na_2SO_4 + H_2O$, care peste 32°C are o capacitate calorică de opt ori mai mare ca apa.

— Echiparea bărcilor de salvare cu instalaţii care transformă apa marină în apă potabilă cu ajutorul radiaţiei solare.

— Activarea unor procese biologice, în special a producţiei de de hidraţi de carbon după formula : $6\,CO_2 + 6\,H_2O = C_6H_2O_6 + 6\,O_2$, reacţia absorbînd 112 000 cal/Mol. S-a dovedit că acest proces poate fi realizat, în condiţii fizice şi biologice adecuate, într-un mod mult mai economic decît îl realizează în general natura. In instalaţii experimentale speciale s-au şi putut realiza producţii de 125 t alge/ha. Este posibil ca această producţie să mai poată fi majorată în mod esenţial ; dar încă nu se poate anticipa, dacă această cale va fi mai indicată pentru producţia de hrană umană sau animală sau pentru producţia de combustibil.

12 ab.

Eberl F. H.: **Economia energetică în industria textilă**, *B. W. K.*, nr. 5/1954, pag. 175–176. D.K. 620.9 :677.

Industria textilă consumă 2 % din cantitatea de cărbune extras în R.F.G. mai mult deci decît industria hîrtiei şi 40 % din consumul industriei chimice. Cu toate acestea, în multe industrii textile, economia de energie nu este studiată suficient, atît în ceea ce priveşte energia electrică, cît şi cea termică. Astfel se arată că în industria textilă se aplică în mai mică măsură termoficarea decît în alte industrii cu caracteristici de consum de energie similare.

Autorul arată necesitatea introducerii instalaţiilor de producere combinată de energie electrică şi abur în industria textilă, eventual sub formă de centrale de tramoficare deservînd simultan mai multe industrii învecinate. La parametrii aburului de 40 at şi 450°C rezultă următoarele producţii de energie în funcţie de contrapresiuni: 150 kWh/Gcal la 6 ata, 200 kWh/Gcal la 2 ata, 300 kWh/Gcal la 0,5 ata. Consumurile indicate pentru industria textilă variază între 20 kWh/Gcal la vopsitorie şi 650 kWh/Gcal la filatură.

Pentru centralele de termoficare ale ţesătoriilor avînd în vedere variaţiile mari de consum de abur şi energie electrică, se propun turbine de contrapresiune şi priză reglabilă şi acumulatoare de căldură. Numai în cazul cînd racordul la reţeaua regională nu este posibil, se indică turbine de condensaţie.

Pentru instalaţiile utilizînd direct aburul, se indică o schemă cu acumulatoare de căldură cu presiune variabilă, exemplul fiind dat pentru caracteristicile 100 m^3, 12,8 tone abur acumulare, la presiune de 3,5 at.

Pentru instalaţiile utilizînd apă caldă se indică o schemă cu acumulatori de apă caldă, exemplul fiind dat pentru un acumulator de 30 m^3 şi capacitate de acumulare $2{,}25 \times 10^6$ kcal.

Acumulatoarele de căldură nu rezolvă integral variaţiile de consum arătate mai sus, astfel că în general se impune şi racord la reţeaua electrică. Racordul la reţea este interesant deoarece în timpul iernii industria textilă poate livra în reţea energie electrică.

13 em.

TERMOENERGETICĂ

Kretschamm W.: **Centrale termoelectrice mari cu lignit** *B.W.K.*, nr. 5/1954 – „*Braunkohle*", vol. 5/1953, pag. 295–418, 50 fig.

In articol se tratează următoarele cu privire la centrale termoelectrice cu lingit :

A. Date de bază : combustibil, alimentare cu apă, amplasament.

B. Proiectare : circuitul termic, schema termică (maşini cu una sau două axe, bare colectoare simple, duble sau sistem bloc, preîncălzirea apei de alimentare şi supraîncălzirea intermediară). Unităţi mari.

C. Dispoziţie : dispoziţia instalaţiilor mecanice (turbine, mari, fundaţii, turnul de răcire, cazane mari de înaltă presiune cu lignit ; pornirea cazanului şi a turbinei, consumul propriu, reglajul, controlul şi măsurători termice.). Partea de construcţie.

D. Probleme speciale : lignit inferior cu cenuşe multă : alimentarea cu combustibil şi prepararea combustibilului, arderea lignitului, înfundarea şi murdărirea, evacuarea sgurii şi cenuşii, sărurile din abur şi depunerea lor în turbină, preţul cazanului şi randamentul.

E. Realizarea centralei electrice : date caracteristice, (cicluri suprapuse de înaltă presiune, cicluri noi cu condensaţie de înaltă presiune), felul construcţiei, descrierea unor centrale realizate (cazane pe un rînd, construcţie joasă, 8 centrale construite ; cazane pe două rînduri, construcţie înaltă, 2 centrale construite).

14 em.

Holzhauer Cl.: **Cu privire la problema siguranţei unor elemente ale cazanelor de abur pentru temperaturi înalte** *BWK.* vol. VI/1954, nr. 6, pag. 219.
K. D. 621.181 : 539.4 : 669.14.018.452

Evoluţia construcţiei cazanelor de abur spre presiuni şi temperaturi înalte, reclamă materiale care să reziste în timp la solicitările ce se produc : materialul, exploatat în stare înroşită, nu trebuie nici să se deformeze peste măsură, nici să ardă, adică trebuie să aibă rezistenţă mecanică la temperaturi înalte şi să reziste oxidării. Se dispune de oţeluri corespunzătoare pentru temperaturi ale aburului pînă la 650°C.

Utilizarea acestor oţeluri este condiţionată de cunoaşterea comportării lor în zona temperaturilor ridicate, respectarea limitelor de solicitare şi de temperatură fiind esenţială pentru realizarea duratei de serviciu prezumate. Deoarece, la solicitările ce trebuie luate în consideraţie, nu se poate calcula cu

un coeficient de siguranţă care să excludă orice deformare, trebuie cerut ca :

— temperaturile din interiorul cazanului să fie calculate corect la proiectare ;

— temperaturile calculate să fie menţinute în exploatare.

Articolul îşi propune să arate, dacă trebuie contat cu o durată limitată de serviciu şi unde sînt punctele periclitate.

Analizîndu-se influenţa modului de exploatare, se constată că pornirea constituie cea mai importantă iregularitate a exploatării, care implică supratemperaturi nedorite şi de obicei necontrolate în material, dăunătoare structurii acestuia şi pricinuindu-i o reducere necontrolabilă a rezistenţei de lungă durată. In exploatarea permanentă, care este mai uşor controlabilă, supratemperaturile au o importanţă mărită datorită duratei lor mai mari şi datorită faptului, că nivelul de temperatură într-un punct oarecare al cazanului poate fi în permanenţă mai ridicat decît s-a presupus.

Cu privire la stabilitatea elementelor cazanului, apare necesar că în baza temperaturilor presupuse la proiectare :

1. Să se recalculeze atît la instalaţii proiectate, cît şi la cele executate, ce siguranţă rezultă faţă de caracteristicile de stabilitate ale materialelor.

2. Să se controleze prin măsurători dacă temperaturile respective se produc în realitate în timpul exploatării sau, în cazul cînd nivelul de temperaturi nu poate fi influenţat, să se evalueze durata de serviciu cu care trebuie contat pentru organul respectiv, în baza temperaturilor măsurate.

Articolul referă asupra rezultatului recalculării şi măsurătorilor efectuate la mai multe instalaţii generatoare de abur de înaltă presiune, coeficienţii de siguranţă determinaţi pentru unele organe importante în raport cu rezistenţa de rupere la 10^5 ore pentru două cazane de abur de 500/510°C, cu circuite de abur diferite, fiind grupaţi în tablouri sinoptice, din care se deduce că pentru tipul de cazane studiat :

1) temperaturile prezumate la proiectare au fost realizate cu erori mici ;

2) adaosul global de 40°C peste temperatura aburului este suficient, la o exploatare liniştită, pentru aprecierea temperaturii în materialul de construcţie ;

3) siguranţa faţă de rezistenţa de rupere la 10^5 ore nu este sub 1,5 decît în unele puncte şi că unele organe ar avea o durată de serviciu mai mică de 100 000 ore chiar la o mică supratemperatură permanentă.

Cu ajutorul unor alte exemple se arată că :

— punctele periclitate nu sînt situate neapărat la ieşirea aburului viu şi se pot afla spre exemplu la intrarea în răcitorul de abur ;

— în anumite cazuri, dependenţa duratei de serviciu de temperatură poate fi extraordinar de pronunţată.

— măsurători atente pot constitui o bază pentru aprecierea aconomiei unei ridicări a nivelului de temperatură al unui cazan cu 15 sau 30°C, acceptînd o reducere a duratei de serviciu a organelor celor mai periclitate.

In concluzie, se subliniază că asupra cerinţei de a măsura temperaturile nu se poate stărui îndeajuns. Ca un alt mijloc de a reduce pe cît posibil, pericolul la o apropiere de limita de rezistenţă a organelor cazanului, se menţionează măsurarea dilatărilor permanente. Se conchide că este îndreptăţită afirmaţia că, prin studiul comportării materialului la temperaturi înalte, prin verificarea cuprinzătoare a calculului organelor fabricate în raport cu caracteristicile de stabilitate ale materialelor, printr-un control minuţios al temperaturilor realizate în cazan şi prin măsurarea periodică a deformaţiilor permanente eventual produse, siguranţa în exploatare poate fi realizată chiar dacă solicitările materialului sînt extreme.

15 ba.

Schurig W. **Exploatarea centralelor termoelectrice în timpul sarcinii de noapte** vol. 6 (1954), nr. 8, pag. 301/306

Articolul cuprinde un studiu al problemelor de exploatare şi de economie ce rezultă din oprirea în timpul nopţii a unor cazane de abur, grupuri sau centrale întregi, exemplificat prin două centrale moderne de presiune medie respectiv înaltă. Se presupune o durată medie de cinci ore a golului de sarcină din timpul nopţii şi că golul ar reprezenta circa 1/5 din sarcina maximă.

Comportarea cazanelor de abur şi cea a maşinilor, la reducerea sarcinii, se tratează separat din punct de vedere al exploatării. Consumul pentru repornirea unor cazane de abur de 100/125 t/h după o oprire de cinci ore se compară pentru studiul repornirii după golul de sarcină, cu consumul mărit de căldură ce rezultă la menţinerea în funcţiune a mai multor cazane cu sarcină redusă. Acest consum mărit rezultă dintr-o diagramă, determinată din curbele de randament respective pentru exploatare cu unul sau mai multe cazane şi reprezentînd consumul de căldură în funcţie de debitul de abur. Drept curbe de randament se recomandă a se lua în considerare cele determinate la un grad mediu de murdărire al instalaţiilor de ardere. Pentru cazane de mărimea arătată sînt indicate cifre orientative cu privire la consumurile de căldură în ambele alternative.

Pentru maşini se arată ca metode diferite pentru exploatarea în timpul golului de sarcină :

— menţinerea în funcţiune a tuturor maşinilor cu sarcină minimă ;

— oprirea unora sau a tuturor maşinilor unei centrale ;

— menţinerea în funcţiune cu turaţie redusă (circa 1 000 rot/min) ;

— menţinerea în rotaţie sincronă a grupurilor prin alimentarea generatorilor din reţea.

Pentru un bloc de 50 MW se indică ordinea de mărime a consumului de căldură, rezultînd după aceste diferite metode, pentru repunerea în plină sarcină după un gol de sarcină din timpul nopţii.

Consumul de căldură pentru o oprire de cinci ore în timpul nopţii se calculează, pentru exemplificare, din componentele determinate pentru diversele metode de exploatare a maşinilor, deoarece după cum se constată consumul de căldură cauzat de punerea în funcţiune a ultimului cazan de abur oprit se elimină în cadrul ansamblului dirijat de un dispatcher regional, în cazul cînd sarcina de noapte nu este acoperită de un alt sistem energetic. Consumul maxim de căldură rezultă la menţinerea în turaţie sincronă a grupurilor prin alimentare din reţea.

Cu ajutorul exemplului menţionat iniţial se arată că, din punctul de vedere al repartiţiei sarcinii este mai economică prelucrarea unei sarcini de noapte de circa 50 MW de către centralele care au cel mai mic consum specific de căldură, oprind cealaltă centrală pe timpul unui gol de sarcină cu o durată de cinci ore.

16 ba.

Lämmert A. : **Desprăfuirea gazelor şi a gazelor reziduale industriale**, *B.W.K.*, vol. 6/1954, nr. 12, pag. 481—482,

Raport asupra unei sesiuni a Institutului francez al Combustibililor şi Energiei, Paris 18 iunie 1954.

Sesiunea s-a ocupat de problemele ştiinţifice şi tehnice ale desprăfuirii gazelor. Aceste probleme sînt cu atît mai actuale, cu cît în industrie se utilizează pe o scară din ce în ce mai largă materii fin măcinate şi în acelaş timp se şi concentrează industriile.

Printre altele au fost prezentate :

— *Rezultatele încercărilor cu medii filtrante* insistîndu-se asupra relaţiilor între substanţele filtrante şi materia de filtrat.

— *Aplicarea curgerii fluidelor la procesele din desprăfuitoarele centrifugale.*

— *Aplicarea desprăfuirii umede*, aplicabilă la mărimi de particule de la 0,5 la 15 μ, cu grade de desprăfuire de 97 %.

— *Bazele teoretice ale filtrelor electrostatice.*

In legătură cu acest referat s-au indicat formele de filtre electrostatice care se utilizează astăzi şi s-a discutat problema legării în serie a filtrelor ciclon cu filtre electrostatice.

A fost prezentată şi o sondă pentru măsurarea conţinutului de praf în gaze de scurgere.

17 ma

Wesely K. H. : **Reglarea automată în centralele termoelectrice** *B.W.K.*, vol. 6, nr. 1/1954, pag. 1/7.

21.316.7 : 621.311.22

Stadiul înaintat al desvoltării tehnice a centralelor moderne, precum şi condiţiile cerute de o exploatare economică impun introducerea obligatorie a reglării automate a instalaţiilor energetice. Multe perfecţionări în domeniul constructiv al maşinilor şi cazanelor de abur pot fi fructificate prin folosirea regulatorului. Regulatorul nu mai este conceput

astăzi ca o parte dintr-o unitate constructivă a mașinii, ci ca un element din întregul ansamblu al centralei.

In acest articol se examinează problemele mai importante ce s-au pus pentru reglarea instalațiilor unei mari centrale moderne existente, care livrează energie electrică și termică.

Această centrală are o putere instalată de 208 000 kW în două grupuri înaintașe de cîte 32 000 kVA fiecare, patru mașini cu condensație de cîte 40 000 kVA fiecare și un grup pentru serviciile interne de 15 000 kVA. Fiecare grup înaintaș este legat bloc cu cîte două cazane de abur Benson cu cărbune praf, cu un debit de abur de cîte 160/180 t/h fiecare. Fiecare cazan este deservit de cîte trei mori de cărbune cu insuflație.

Curba de sarcină electrică, pe care trebuie să o acopere centrala menționată, are un vîrf pronunțat de seară de 208 MW, un gol de noapte scăzut de 36 MW și o alură cu creșteri și scăderi bruște.

Se indică apoi condițiile pe care trebuie să le îndeplinească reglarea instalațiilor pentru asigurarea unei exploatări sigure și economice a centralei: menținerea unui gradient de temperatură mai scăzut de 3°C/min, valoarea depresiunii în camera focarului, modul în care trebuie să se comporte reglarea în cazul dezechilibrării raportului dintre apă, combustibil și aer introduse în cazan, modul de comportare la căderea sursei auxiliare, etc.

Luînd ca bază condițiile generale și speciale, pe care trebuie să le îndeplinească reglarea automată, se examinează în restul articolului fiecare circuit separat din instalațiile de reglare ale centralei, arătîndu-se modul cum acestea corespund condițiilor indicate mai sus.

Se examinează în condițiile arătate mai sus, următoarele probleme: reglarea temperaturii aburului de medie și înaltă presiune; regulatorul de combustibil și corectorul de combustibil; reglarea arderii; reglarea presiunii și a temperaturii în moară; reglarea presiunii în camera focarului; reglarea turbinii; reglarea turbopompei de alimentare; reglarea vaporizatoarelor; dispozitive de reglare între rețelele de abur de diferite presiuni.

17 bl.

ELECTROENERGETICĂ

„Dörfel E.: **Problemele transportului la distanță a energiei electrice prin cablu** (*Deutsche Elektrotehnik*, nr. 1/1955, pag. 3.

Se compară cheltuielile de investiții pentru linii aeriene cu cele pentru liniile în cablu, apoi condițiile specifice de exploatare pentru unele și pentru altele, și în concluzie se indică domeniile și împrejurările în care liniile de cablu pot înlocui liniile aeriene în condiții admisibile din punct de vedere economic și tehnic.

Se scoate în evidență că, față de undele de supratensiune comportarea cablurilor este net superioară liniilor aeriene și se expune eventualul stadiu în construcția cablurilor pentru tensiunile foarte înalte (executate pînă în prezent pînă la 400 kV).

După o expunere sumară a situației actuale în tehnica transportului de energie în curent continuu prin cablu, se ajunge la concluzia că pînă la valoarea de 400 kV, curentul trifazic reprezintă o soluție mai economică decît cel continuu. Peste 400 kV, curentul continuu devine mai avantajos, iar în acest caz la distanțe de peste 500 km cablurile reprezintă o soluție mai economică decît liniile aeriene.

18 eg.

Cermin A. B.: **Scurteireuite în linii de *400* kV în regim cu faze incomplete** *Elektricestvo*, nr. 3/1955, pag. 41.

Problema declanșării și reanclanșării rapide, monofazate, în linii lungi de 400 kV, ridică necesitatea unui studiu mai exact a relațiilor, care există în ansamblul parametrilor unor astfel de linii, în condițiile specifice create în cazul de scurtcircuite antrenînd scoaterea din funcțiune a unor faze.

Se expun metodele elaborate pentru o astfel de analiză, metode care ținînd seama de capacitatea repartizată a liniilor și folosind descompuneri în componente simetrice, analizează urmările provocate de fenomene nesimetrice complexe, reducîndu-le la cazul unor scurtcircuite trifazate echivalente.

Aceleași metode pot fi folosite pentru analiza stabilității funcționării în paralel în condițiile unui transport de energie în 400 kV precum și pentru studiul comportării protecției cu rețele în condițiile susmenționate și în cazul cînd între forța electromotoare ale generatoarelor apar diferențe de faze.

Se expune apoi încă o altă metodă pentru calculul curenților de scurtcircuit din linii lungi, cu capacitate repartizată și se indică metode pentru determinarea condițiilor de exploatare, în cazul unor scurtcircuite în două locuri ale unei linii lungi.

19 eg.

Genesio C.: **Evaluarea pierderilor prin efect Joule în liniile electrice** *Electrotehnika*, nr. 1/1955, pag. 7–15.

Se expun metode și relații de calcul pentru evaluarea pierderilor prin efect Joule în linii electrice, chiar în cazurile cînd diagrama de sarcină de care depind aceste pierderi, nu este cunoscută sau variază în timp.

Pentru evaluarea pierderilor se admit următoarele ipoteze:

1. Pierderile se determină în funcție de puterea maximă P, presupunînd ca durată a pierderilor astfel evaluate, durata pierderii maxime.

2. Pierderile se evaluează cu valoare medie între valoarea maximă și minimă care rezultă din calculele efectuate pentru toate valorile de utilizare a puterii maxime.

3. Pierderile se evaluează în ipoteza că variația în timp a puterii este lineară.

Rezultatele obținute sînt prezentate într-o tabelă rezumativă, care indică pierderile în funcție de diferitele valori ale raportului dintre puterea maximă și minimă și de valorile raportului dintre timpul de utilizare a puterii maxime și timpul total de utilizare. Se indică de asemenea și eroarea maximă a determinărilor.

Un exemplu arată cum poate fi folosită această tabelă pentru evaluarea pierderilor în toate cazurile cînd lipsesc date suficiente pentru „o determinare exactă"

20 eg.

Treivas M. D. și *Lapin V. B.*: **Influența substațiilor de tracțiune asupra funcționării sistemelor energetice** *Electricestvo*, nr. 2/1955, pag. 37.

Substațiile de tracțiune echipate cu redresori de mercur pot influența funcționarea generatoarelor din sistemul de alimentare.

Se analizează atît cantitativ cît și calitativ această influență, ținînd seama de ansamblul parametrilor din sistemul dat și în special, de raportul de putere dintre generatoare și sarcina reprezentată de receptorii sistemului de tracțiune.

Armonicele de ordin superior, din curba curentului, provoacă în anumite condiții de exploatare, o serie de efecte anormale în generatoare, dacă amplitudinea acestor armonice reprezintă un procent mai însemnat din curentul nominal al generatoarelor.

Sînt expuse rezultatele unor încercări făcute pe o porțiune de cale ferată electrificată alimentată de redresoare dodecafazate.

Deformația curbei tensiunii primare de alimentare, provocată de armonicele superioare ale curentului, mărește pulsațiile tensiunii redresate la o valoare inadmisibilă, chiar după trecerea ei prin instalația de filtrare.

Armonicele superioare, dăunătoare au putut fi limitate la valori admisibile folosind în una din stații scheme de conexiune cu înfășurări primare ale transformatoarelor, în stea, iar în stația vecină în triunghi (ambele stații fiind alimentate de aceeași linie).

Conexiunea dodecafazată contribuie în mod însemnat la menținerea unor valori admisibile pentru parametrii tensiunii filtrate. O astfel de conexiune constituie deci mijlocul cel mai simplu, mai ieftin, mai practic și mai ușor de realizat pentru a reduce armonicele superioare din curentul statoric al generatoarelor care alimentează redresoare cu mercur din stații de tracțiune.

21 eg.

Informăm pe cititorii și colaboratorii noștri că în curînd va apare revista **„Hidrotehnica"** *64 pagini (trimestrial).*

Abonamentele se fac prin cercurile filialelor și subfilialelor ASIT din întreaga țară, prin Serviciul Difuzării Publicațiilor ASIT, București, Calea Victoriei nr. 118, precum și la sediul redacției str. Ion Ghica nr. 3 etaj I, Raionul Tudor Vladimirescu.

Intreprinderile pot face abonamente pentru biblioteci, școli profesionale și cabinete tehnice, achitînd contravaloarea în contul nostru de virament 070004 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, București.

Costul unui abonament individual este lei 30. pentru întreprinderi lei 96 anual.

★

Colaboratorii pot lua informații cu privire la profilul și planul tematic al acestei publicații la telefon Nr. 3.07.30.

E 2 0 3 6
KAT
R

ENERGETICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

2

REVISTA ENERGETICA
1956

SUMAR

Pag.

***: Hotărîrea Consiliului Central A. S. I. T. din 5 februarie 1956 57
***: Conferința electricienilor din RPR 1956 59
Stăncescu D. I.: Situația energetică mondială 60
Vlădea I.: Considerații teoretice și metode de calcul pentru ejectoare 70
Groza L.: Alegerea caracteristicilor și funcționarea bobinelor de stingere 76
Cogălniceanu A.: Stabilirea nivelului minim de exploatare pentru lacurile de acumulare a uzinelor hidroelectrice 88
ENERGETICA PESTE HOTARE 95
DIN ACTIVITATEA A.S.I.T.
Moldoveanu N.: Situația normării și reducerii consumurilor specifice de energie în RPR . 98
CRONICA
Rădulescu V.: Consfătuirea asupra exploatării rețelelor electrice și mecanizării reparației lor în U.R.S.S. 105
Panaitescu G.: Consfătuirea pe țară privind consumurile specifice de energie în industrie 106
NOTĂ 108
DOCUMENTARE 109
***: Plan tematic al Revistei Energetica pe anul 1956 111

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

***: Постановление Центрального Совета А.С.И.Т. от 5-го февраля 1956 г. . . 57
***: Совещание электротехников Р.Н.Р. . 59
Стэнческу Д. И.: Положение мировой энергетики 60
Влэдя И.: Теоретические соображения и методы расчета эжекторов 70
Гроза Л.: Выбор характеристик и работа дугогасительных катушек 76
Когылничану А.: Определение минимального эксплоатационного уровня плотин ГЭС 88
ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА 95
ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А.С.И.Т.
Н. Молдовяну: Положение нормирования и снижения удельного расхода энергии в РНР 98
ХРОНИКА
Рэдулеску В.: Совещание по эксплоатации электрических сетей и механизации их ремонта в СССР 105
Г. Панаитеску: Совещание по вопросу удельного расхода энергии в промышленности 106
НОТА 108
ЗАМЕТКИ 109
***: Тематический план журнала Энергетика на 1956 г. 111

SOMMAIRE

Page

***: La décision du Conseil Central de l'A.S.I.T. du 5 février 1956 57
***: La conférence des électriciens de la République Populaire Roumaine 59
Stăncescu D. I.: La situation énergétique mondiale 60
Vlădea I.: Considérations théoriques et méthodes de calcul pour éjecteurs 70
Groza L.: Le choix des caractéristiques et le fonctionnement des bobines d'extinction . 76
Cogălniceanu A.: La détermination du niveau minimum de l'exploitation des barrages des usines hidroélectriques 88
L'ENERGETIQUE A L'ETRANGER . . . 95
DE L'ACTIVITE DE L'A. S. I. T.
Moldoveanu N.: La situation des normes et la réduction des consommations spécifiques d'énergie dans la République Populaire Roumaine 98
CHRONIQUE
Rădulescu V.: Le débat sur l'exploitation des réseaux électriques et la mécanisation de leur réparation dans l'U. R. S. S. 105
Panaitescu G.: Session générale concernant les consommations spécifiques d'energie dans l'industrie 106
NOTE 108
DOCUMENTATION 109
***: Plan des problèmes traités dans la revue ENERGETICA au cours de l'année 1956 . 111

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

***: Beschluss des Zentralrates A.S.I.T., vom 5 Februar 1956 57
***: Konferenz der Elektrotechniker der R.V.R. 59
Stăncescu D. I.: Die energetische Weltlage . 60
Vlădea I.: Theoretische Betrachtungen und Berechnungsverfahren für Ejektoren . . . 70
Groza L.: Auslegung und Betrieb von Löschspulen in elektrischen Netzen 76
Cogălniceanu A.: Bestimmung des niedriegsten Ausnützungsstandes der Talsperren bei Wasserkraftwerken 88
DIE ENERGETIK IM AUSLANDE 95
AUS DEM WIRKUNGSBEREICH DER A.S.I.T.
Moldoveanu N.: Die Lage der Normung und der Verringerung des spezifischen Energieverbrauch in der rümänischen Volksrepublik 98
CHRONIK
Rădulescu V.: Tagung über den Betrieb von elektrichen Netzen und die Mechanisierung ihrer Ueberholungsarbeiten in U.S.S.R . . 105
Panaitescu G.: Allgemeine Sitzung über den spezifischen Energieverbrauch in der Industrie 106
ANMERKUNG 108
SCHRIFTTUM 109
***: Plan der im Laufe des Jahres 1956 in der Zeitschrift ENERGETICA zu behandelnden Fragen 111

E 2039

Országos Mészeki Könyvtár LAJDONA

BUCUREŞTI
OBER - CMEHA
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

ENERGETICA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacţie

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul IV ★ 1956 ★ Nr. 2 Redacţia: Bucureşti, str. I. Ghica nr. 3 ★ Tel. 3.07.30 3.57.28

Hotărîrea Consiliului Central A.S.I.T. din 5 februarie 1956

Consiliul Central A.S.I.T. întrunit la 5 februarie 1956, a dezbătut activitatea depusă de Asociaţie în anul 1955 şi sarcinile ce-i revin pentru înfăptuirea însemnatelor hotărîri ale celui de al II-lea Congres al Partidului Muncitoresc Romîn. Pentru inginerii şi tehnicienii membri al A.S.I.T., legaţi prin muncă şi preocupări de clasa muncitoare şi ţărănimea muncitoare, ca şi pentru întreaga Asociaţie, hotărîrile şi documentele Congresului partidului constituie un îndreptar nepreţuit care trebuie urmat pentru a putea aduce o contribuţie însemnată la îndeplinirea planului cincinal, dezvoltarea economiei socialiste, ridicarea nivelului de trai material şi cultural al poporului şi întărirea statului democrat popular. Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor i se cere să aducă un aport calificat la rezolvarea importantelor probleme tehnico-ştiinţifice şi tehnico-economice legate de ridicarea considerabilă a productivităţii muncii reducerea preţului de cost şi îmbunătăţirea simţitoare a calităţii produselor.

În centrul preocupărilor Asociaţiei trebuie să stea problemele introducerii tehnicii noi şi tehnologiei avansate în producţia socialistă, generalizarea experienţei înaintate, stimularea şi sprijinirea iniţiativei creatoare a inovatorilor.

Asociaţiei îi revine sarcina de a promova în rîndurile inginerilor şi tehnicienilor rezultatele cercetărilor tehnico-ştiinţifice, ale tehnicii din U.R.S.S. şi alte ţări cu o industrie dezvoltată şi de a-i atrage la studierea măsurilor pentru aplicarea lor în economia R.P.R. Va trebui dată cea mai mare atenţie procedeelor moderne din toate ramurile de producţie, mecanizării şi automatizării proceselor.

Preocupările pentru introducerea tenicii noi nu trebuie să abată atenţia inginerilor şi tehnicienilor de la folosirea tehnicii actuale a întreprinderilor; dimpotrivă, ei trebuie să dea cea mai mare atenţie îmbunătăţirii actualelor procedee de producţie şi modernizării utilajului pentru obţinerea indicilor celor mai favorabili de productivitate, calitate şi preţ de cost. Multe colective fruntaşe din întreprinderi au dovedit că tehnica actuală poate da mai mult; datoria organizaţiilor A.S.I.T. este să studieze experienţa cîştigată în acest domeniu, să o generalizeze ştiinţific şi să promoveze extinderea ei sistematică. Asociaţia are datoria să dezvolte pe o bază mai largă schimbul de experienţă, în cadrul lui să atragă cadrele cele mai valoroase de oameni de ştiinţă şi practicieni şi să creeze condiţii pentru ca să desfăşoare nestînjenită lupta de opinii pentru dezvoltarea noului în tehnica şi organizarea producţiei.

Pentru stimularea iniţiativei inovatoare, cercurile A.S.I.T. trebuie să încurajeze şi să sprijine cu toată căldura pe inovatori şi raţionalizatori, acordîndu-le un ajutor competent în rezolvarea propunerilor lor, orientîndu-le preocupările către cele mai importante probleme ale producţiei şi generalizînd inovaţiile care au o aplicaţie largă.

În agricultură, pentru ridicarea randamentului la hectar şi a productivităţii muncii, inginerii şi tehnicienii agronomi să fie orientaţi către folosirea pe scară largă a mecanizării, a metodelor agrotehnice înaintate, în condiţiile specifice de climă şi sol,a îngrăşămintelor chimice şi a mijloacelor moderne de combatere a dăunătorilor, a tehnicii hidroameliorative pentru punerea în valoare a terenurilor neproductive etc. Dezvoltarea activităţii caselor-laborator va da posibilitatea atragerii unui mare număr de ingineri şi tehnicieni la stabilirea ştiinţifică a agrotehnicii diferenţiate şi la promovarea ei în rîndul agricultorilor.

Pentru a contribui la asigurarea progresului neîntrerupt al tehnicii în economia naţională a ţării, Asociaţia trebuie să prezinte membrilor săi perspectivele dezvoltării tehnicii producţiei pe baza studierii căilor de dezvoltare a tehnicii mondiale şi mai ales a tehncii sovietice prezentate în „Proiectul de directive al Congresului XX-lea al P.C.U.S. cu privire la cel de al 6-lea plan cincinal". Faţă de uriaşele perspective pe care le are aplicarea paşnică a energiei nucleare, ca şi a rezultatelor din alte domenii ale fizicii, trebuie stimulat interesul inginerilor şi tehnicienilor pentru studierea şi dezbaterea problemelor aplicării în industrie şi agricultură a energiei nucleare, a electrotehnicii, telemecanicii şi altele.

Dezbătînd problemele tehnicii moderne, activitatea Asociaţiei trebuie să formeze în rîndul inginerilor şi tehnicienilor o puternică opinie pentru perfecţionarea necontenită a producţiei prin introducerea tehnicii noi şi experienţei înaintate împotriva rutinii, stagnării şi stilului meşteşugăresc în muncă.

Introducerea tehnicii noi trebuie efectuată din punct de vedere al intereselor statului, cu maximum de folos pentru economia naţională, folosind acele sisteme de muncă şi procese de fabricaţie care duc la obţinerea celor mai înalţi indici de productivitate şi la consumuri minime de materiale şi muncă.

Inginerii şi tehnicienii din industrie sînt chemaţi să extindă organizarea producţiei de serie pe bază de linii tehnologice specializate, să reglementeze desfăşurarea în ritm uniform a producţiei şi să introducă norme cu motivare tehnică cu privire la consumul de materiale, energie şi de muncă.

Pentru economisirea materialelor, ei trebuie să acorde atenţie deosebită proiectării economice a maşinilor şi utilajelor, aplicării proceselor tehnologice perfecţionate şi folosirii înlocuitorilor corespunzători pentru materialele deficitare.

In cadrul Asociaţiei trebuie să se dea o orientare fermă inginerilor şi tehnicienilor ca să privească cu aceeaşi atenţie şi aspectul economic al activităţii lor tehnice, este necesar să se organizeze dezbateri în legătură cu profilarea, specializarea şi cooperare reciprocă a întreprinderilor şi să se stabilească măsuri pentru aplicarea lor, de asemenea, trebuie să

se ducă acţiuni de masă pentru stabilirea şi folosirea normelor de consum şi de lucru cu motivare tehnică.

In agricultură, prezintă mare însemnătate dezbaterile problemelor tehnico-economice ale sectorului socialist în plină dezvoltare.

Introducerea tehnicii noi în producţie, ca şi asigurarea unui progres neîntrerupt al tehnicii, sînt de neconceput fără o ridicare sistematică şi stăruitoare a pregătirii profesionale a muncitorilor, tehnicienilor şi inginerilor.

Este necesar ca în cadrul Asociaţiei să se organizeze acţiuni care să-i ajute pe muncitori să-şi însuşească o calificare corespunzătoare înzestrării tehnice a întreprinderilor, să-şi perfecţioneze neîntrerupt pregătirea tehnică astfel încît să folosească întreaga capacitate a maşinilor şi utilajelor moderne şi să aplice metode avansate de muncă. In acest scop, cercurile A.S.I.T. vor trebui să colaboreze mai intens cu Cabinetele tehnice organizînd conferinţe instructaje, cursuri la care să atragă pe cei mai buni ingineri, tehnicieni şi fruntaşi în producţie.

Cercurile, filialele A.S.I.T. şi secţiile de specialitate sînt datoare să se îngrijească de ridicarea pregătirii tehnice a maiştrilor, întărind rolul şi răspunderea acestora în organizarea producţiei ; de asemenea, trebuie să se acorde o mai mare atenţie inginerilor a căror răspundere în organizarea şi conducerea producţiei este hotărîtoare, astfel ca fiecare inginer să aducă contribuţia sa la perfecţionarea producţiei şi la dezvoltarea întrecerii socialiste.

Important în ridicarea pregăririi tehnice este informarea şi documentarea asupra procedeelor tehnologice noi de producţie, utilajelor şi maşinilor moderne, ca şi asupra organizării ştiinţifice a muncii ; Asociaţia trebuie să intensifice folosirea mijloacelor moderne de propagandă tehnică (filme, expoziţii, tipărituri etc.) şi să organizeze o documentaţie tehnică cuprinzătoare pentru informarea inginerilor, tehnicienilor şi muncitorilor asupra tuturor problemelor ce-i interesează.

Publicaţiile Asociaţiei, Revistele şi gazeta Tehnica Nouă trebuie să dea cea mai mare atenţie promovării tehnicii înaintate, prezentînd-o în forme variate, punînd în dezbatere cele mai însemnate probleme ale dezvoltării producţiei socialiste, dînd soluţii care au cea mai bună justificare din punct de vedere tehnic şi economic, stimulînd şi influenţînd spiritul de creaţie al inginerilor şi tehnicienilor către obţinerea celor mai bune rezultate în producţie.

Pentru cuprinderea în întregime a sarcinilor ce revin Asociaţiei şi rezolvarea lor la un nivel corespunzător, este necesară dezvoltarea muncii de specialitate.

Centrul de greutate al activităţii Asociaţiei trebuie să fie în cercul A.S.I.T., care în strînsă legătură cu organele sindicale trebuie să-şi concentreze munca către studierea atentă şi generalizarea sistematică a experienţei înaintate a fruntaşilor în producţie, astfel încît să ajute marea masă a muncitorilor să se ridice la nivelul fruntaşilor.

Cercurile A.S.I.T. trebuie să sprijine colectivele întreprinderilor pentru introducerea pe scară largă a tehnicii noi şi a organizării superioare a producţiei, în deosebi prin folosirea rezervelor interne care duc nemijlocit la creşterea productivit ţii muncii şi scăderea preţului de cost.

Filialele sînt datoare să conducă întreaga activitate a Asociaţiei din regiunea respectivă, îndrumînd secţiile de specialitate să pună în dezbatere problemele tehnico-ştiinţifice şi tehnico-economice ale producţiei, să stabilească concluzii şi să propună măsuri pentru aplicarea lor practică.

Secţiile de specialitate ale Consiliului Central A.S.I.T., ca organe de conducere a activităţii tehnico-ştiintifice, trebuie să orienteze munca inginerilor şi tehnicienilor ca şi a colectivelor de specialişti spre rezolvarea celor mai însemnate probleme ale ramurii respective, contribuind la promovarea cu răspundere a soluţiilor şi metodelor înaintate.

Biroul Consiliului Central să organizeze activitatea secţiilor de specialitate şi a comisiilor pentru problemele tehnico-economice şi să înfiinţeze noi comisii care să contribuie la dezbaterea unor probleme complexe, care nu pot fi rezolvate de o singură secţie.

Este necesar ca în activitatea Asociaţiei să se extindă acele forme de muncă care s-au verificat ca bune şi eficace şi anume : cercetarea situaţiei din întreprinderi pentru soluţionarea unor probleme ale producţiei, schimburi de experienţă cu întreprinderilor ce folosesc tehnica nouă şi o organizare superioară a producţiei, şedinţe de comunicări ştiinţifice în colaborare cu Institutele de Cercetări şi de învăţămînt superior şi altele.

Pe baza experienţei cîştigate este necesar să se întărească legăturile de colaborare cu ministerele, Academia R.P.R., Institutele de Cercetări şi de învăţămînt superior şi **să se dea cea mai mare atenţie legăturilor de muncă cu sindicatele**, astfel încît să se ridice nivelul ştiinţific al activităţii, să se introducă în practică concluziile stabilite în cadrul Asociaţiei şi să se ducă acţiuni comune pentru studierea şi generalizarea metodelor şi experienţei înaintate.

Indeplinirea sarcinilor pe care le are Asociaţia depinde şi de activitatea financiară, cercurilor şi filialelor A.S.I.T. le revine sarcina de a intensifica munca de încasare a cotizaţiilor individuale, colective şi altor venituri locale, precum şi de a asigura îndeplinirea planului de abonamente la publicaţiile Asociaţiei.

Filialele trebuie să folosească astfel fondurile ce le au la dispoziţie, încît acestea să asigure rezolvarea sarcinilor tehnico-ştiinţifice din planul de muncă.

In vederea respectării prevederilor statutare, în acest an se vor organiza adunările generale ale cercurilor A.S.I.T. şi conferinţele subfilialelor şi filialelor. Pentru întărirea aportului pe care Asociaţia trebuie să-l aducă traducerii în viaţă a directivelor cu privire la cel de al doilea plan cincinal, este necesar să fie convocat cît mai curînd Congresul A.S.I.T.

Se însărcinează Biroul Consiliului Central A.S.I.T. să întocmească lucrările pentru convocarea Congresului. Pentru discutarea şi aprobarea planului privitor la pregătirea şi desfăşurarea Congresului se va convoca o şedinţă extraordinară a Consiliului Central al A.S.I.T.

Consiliul Central A.S.I.T. se adresează tuturor membrilor Asociaţiei din industrie şi agricultură, chemîndu-i să se alăture muncitorilor pentru ridicarea nivelului tehnic în toate ramurile economiei naţionale şi obţinerea unei creşteri considerabile a productivităţii muncii, astfel încît să fie traduse în viaţă, Directivele Congresului cu privire la dezvoltare celui de al doilea plan cincinal.

Uniţi în jurul partidului şi guvernului care conduc cu înţelepciune poporul în lupta pentru pace, bunăstare şi progres, să păşim cu încredere şi hotărîre în noul plan cincinal şi să facem din Asociaţia noastră un sprijin de nădejde pentru realizarea sarcinilor trasate de Congresul al II-lea al P.M.R. pentru viitorul fericit şi luminos al patriei noastre.

Conferința electricienilor din R.P.R. 1956

De la instaurarea regimului de democrație populară și mai ales în anii primului plan cincinal încheiat de curînd, electrificarea a luat o mare dezvoltare în țara noastră, iar industria electrotehnică creată de fapt în acești ani, produce acum majoritatea mașinilor și aparatelor electrice industriale și casnice utilizate în țară. Această dezvoltare deosebit de importantă a pus în fața electricienilor numeroase probleme de materiale, proiectare, construcție, exploatare a instalațiilor și altele. Multe din acestea au fost rezolvate prin priceperea și abnegația inginerilor, și a tuturor oamenilor muncii din această industrie, sub îndrumarea partidului și guvernului nostru și cu ajutorul multilateral al Uniunii Sovietice.

Așa cum se arată în directivele celui de al II-lea Congres al Partidului Muncitoresc Romîn, în următorii cinci ani trebuie urmărită și realizată creșterea considerabilă a productivității muncii și îmbunătățirea calității produselor, prin folosirea mai completă a capacităților de producție existente și perfecționarea utilajelor, mașinilor și agregatelor în funcțiune, prin introducerea treptată a tehnicii noi și a procedeelor tehnologice superioare.

Aceste obiective trebuie realizate atît în industria energetică cît și în industria electrotehnică, care la rîndul ei, trebuie să contribuie în mod direct la realizarea lor și în alte ramuri industriale, în agricultură, transporturi etc.

În vederea unei creșteri mai adînci a experienței realizate în țara noastră privind introducerea tehnicii noi și a stadiului actual al tehnicii mondiale, precum și pentru informarea largă asupra posibilităților multiple pe care electricitatea le oferă pentru ridicarea tehnicii pe trepte superioare, în alte ramuri industriale, Secția Electricitate a Consiliului Central A.S.I.T. a stabilit organizarea Conferinței Electricienilor din R.P.R., în trimestrul III al anului 1956.

La această conferință urmează să fie expuse referate cu caracter tehnico-științific privind realizări din țara noastră precum și din tehnica mondială, care prezintă interes în condițiile actuale ale industriei noastre, în domeniile de producere, transport, distribuție și utilizare a energiei electrice, telecomunicații, electronică, fabricarea de materiale electrotehnice, mașini și aparate electrice etc.

Conferința Electricienilor din R.P.R. trebuie să constituie o trecere în revistă a stadiului în care se găsește introducerea tehnicii noi în diversele domeni ale electricității și o puternică manifestare de voință a electricienilor din R.P.R. de a depune toate eforturile necesare aducerii la îndeplinire a directivelor Partidului și Guvernului.

Secția Electricitate a Consiliului Central A.S.I.T. face un călduros apel către electricienii din R.P.R. din industrie, transporturi telecomunicații, agricultură, învățămînt, institute de cercetări, să participe în număr cît mai mare la reușita desfășurare a acestei importante manifestări prin referate cu caracter tehnico-științific, cuprinzînd descrierea elementelor noi care interesează economia noastră națională, din toate domeniile în care intervine electricitatea.

Inginerii, tehnicienii și oamenii de știință care doresc să aducă contribuția lor la această conferință prin prezentare de referate, sînt rugați să anunțe pînă la 15 aprilie a. c. tema referatului respectiv, trimițînd și o scurtă prezentare de cîteva rînduri, a acestei teme, la Secția Electricitate a Consiliului Central A.S.I.T. București Str. Dionisie Lupu 37 (tel. 1. 60. 56). Referatele propriu zise trebuie să fie trimise la aceeași adresă pînă la 1 iunie 1956.

Se recomandă ca referatele să fie însoțite de fotografii, desene, scheme, diagrame etc. în număr cît mai mare.

Referatele urmează a fi publicate într-un volum al Conferinței Electricienilor din R.P.R. 1956.

Informații în legătură cu data, condițiile de participare și desfășurarea conferinței vor fi larg difuzate din timp.

SITUAŢIA ENERGETICĂ MONDIALĂ

II. BALANŢA ENERGETICĂ MONDIALĂ ÎN 1952 — CONSIDERAŢII DE PERSPECTIVĂ

Conf. Ing. IOAN D. STĂNCESCU

In continuarea articolului publicat în numărul precedent, se prezintă balanţa energetică mondială din 1952 şi consideraţii de perspectivă asupra cererilor de energie şi posibilităţilor de acoperire. Se subliniază importanţa intervenţiei energiei nucleare pentru echilibrarea cantitativă a balanţei energetice mondiale şi posibilităţile deosebite ce noua formă de energie le oferă dezvoltării calitative a energeticii în general.

7. Balanţa energetică mondială în 1952

Balanţa energetică mondială pentru anul 1952 redată în cele ce urmează, a fost prezentată în cadrul materialului deja citat [8] întocmit de organele economice ONU. Ea se bazează în cea mai mare parte pe date transmise oficial de ţările respective, însă conţine şi o serie de estimaţii pentru cazurile în care nu s-a dispus de date corespunzătoare.

In tabela 11 se prezintă balanţa energetică mondială pentru anul 1952, marile categorii de resurse folosite şi categoriile principale de consumuri fiind exprimate atît în kWh cît şi procentual.

Pe partea de producţie este de subliniat ponderea mare cu care intervin combustibilii minerali, iar dintre ei cota importantă a combustibililor lichizi şi gazoşi, cota foarte mică de numai 1,4% a resurselor hidraulice, cota relativ mare a combustibililor vegetali printre care lemnele de foc şi, în fine, cota, ca valoare absolută foarte mică însă ca valoare relativă de aceiaşi ordine de mărime ca forţele hidraulice folosite, a energiei animale şi umane.

Pe partea de consum, deşi corespunde unei situaţii cunoscute şi de care s-a vorbit deja şi în cadrul de faţă, este totuşi impresionant a constata şi cifric masivele pierderi care însoţesc acoperirea nevoilor de energie utilă ale societăţii omeneşti. Este de observat în această privinţă, că cea mai mare cotă de pierderi apare în instalaţiile de consum, că pierderile aferente transportului de energie sub diferite forme sînt relativ mici, iar cele din instalaţiile de producere a formelor intermediare de energie îşi au buna lor parte de contribuţie în rezultatele finale atît de puţin îmbucurătoare ale părţii de consum a balanţei.

In fig. 7 s-a reprezentat grafic, pe baza datelor din tabela 11 şi a unor date suplimentare, asupra cărora se va reveni în cele ce urmează, fluxul mondial de energie în 1952. In forma de reprezentare aleasă se pot uşor urmări atît raporturile cantitative cît şi relaţiile structurale dintre fluxurile de energie brută, pierderi şi energie utilă consumată. Resursele energetice extrase în plus sub formă de combustibili şi neconsumate, constituie un flux separat ali-

Balanţa energetică mondială în 1952 *Tabela* **11**

(Combustibilii sînt exprimaţi în 10^{12} kWh, după plina putere calorifică)

Producţie			Consum				
Felul resurselor	10^{12} kWh	%	Felul consumului	10^{12} kWh		%	
1. Cărbune superior	12,0	41,4	1. Energie utilă în :				
2. Lignit şi turbă	1,3	4,5	*a*) agricultură	0,3		1,0	
3. Petrol	7,7	26,5	*b*) industrie	5,8		20,0	
4. Gaze naturale	2,7	9,3	*c*) transporturi	0,8		2,8	
Combustibili minerali		23,7 81,7	*d*) consum casnic	3,3		11,4	
5. Energie electrică din surse hidraulice	0,4	1,4	Total energie utilă		10,2		35,2
6. Combustibili vegetali	4,6	15,9	2. Pierderi de energie :				
7. Energie animală şi umană	0,3	1,0	*a*) în instalaţii de producere	3,6		12,4	
			— rafinării de petrol	(0,8)		(2,7)	
			— cocserii şi uzini de gaz	(0,5)		(1,7)	
			— centrale termoelectrice	(2,3)		(8,0)	
			b) în instalaţii de transport	0,1		0,4	
			c) în instalaţii de consum	14,0		48,2	
			Total pierderi		17,7		61,0
			3. Stocări de combustibili, etc.		1,1		3,8
Total energie brută		29,0 100	Total energie consumată		29,0		100

mentînd stocurile de combustibili. Raportat pe locuitor, în anul 1952 consumul mediu mondial de energie brută revine la aproximativ 12 000 kWh/loc. Este interesant a împinge analiza acestei balanțe ceva mai departe și a urmări, în linii mari bineînțeles, repartiția regională și structurală a resurselor folosite și a consumului.

a) *Repartiția geografică a consumului de energie în 1952*

Pe regiunile cele mai importante, resp. pe grupe de regiuni dezvoltate și puțin dezvoltate din punct de vedere economic, consumul de energie *brută* s-a repartizat în 1952 în felul următor :

	10^{12} kWh	%
America de Nord	10,4	36,9
Europa apuseană	5,5	19,0
Europa răsăriteană — URSS	5,0	17,2
Oceania și Africa de Sud	0,6	2,1
Total regiuni dezvoltate din punct de vedere economic	21,5	74,2
Asia	3,9	13,4
America Centrală și de Sud	1,1	3,8
Africa (excl. de sud)	0,5	1,7
Total regiuni puțin dezvoltate economic	5,5	18,9
Stocat în depozite	0,7	2,4
Nedistribuit pe regiuni *)	1,3	4,5
Total general	29,0	100

Se constată, că cea mai mare parte din energia brută, și anume 74,2% s-a consumat în regiunile dezvoltate din punct de vedere economic, în care consumul specific variază mult, de ex. 11 000 kWh pe cap de locuitor (Elveția) și 62 000 kWh/loc (SUA). In regiunile înapoiate din punct de vedere economic, consumul specific de energie brută este sub 6 000 kWh/loc, adică sub 50% din cifra medie mondială.

Contrastul între regiunile diferit dezvoltate din punct de vedere economic este și mai izbitor, dacă se urmăresc cifrele de consum de energie *utilă* :

	10^{12} kWh	kWh/loc
Regiuni dezvoltate	8,4	10 500
Regiuni nedezvoltate	1,8	1 100
Cifre globale	10,2	4 100

Din energia utilă total consumată, 82% revine regiunilor dezvoltate, cu cifre medii de consum specific peste 10 000 kWh/loc, în timp ce celelalte regiuni rămîn în mediu sub 1 000 kWh/loc.

*) Energie animală și umană, petrol, utilizat în alte scopuri decît energetice, etc.

b) *Analiza structurii energetice a principalelor categorii de consumatori*

In mare, distribuția energiei *utile* pe cele

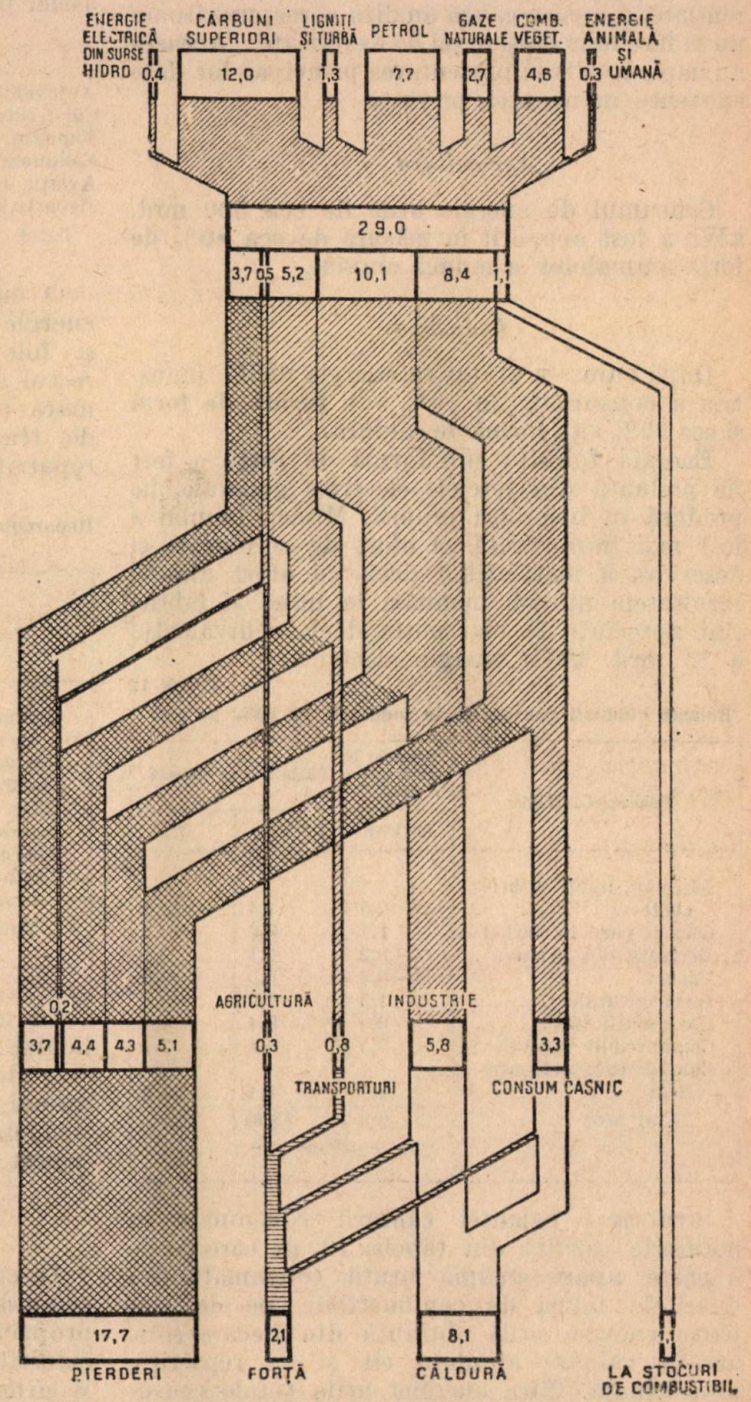


Fig. 7 Fluxul mondial de energie în 1952, exprimat în 10^{12} kWh

două forme finale : *căldură* și *forță* a fost, exprimată tot în 10^{12} kWh, în 1952 următoarea :

	Căldură	Forță	Total
Agricultură	—	0,3	0,3
Industrie	5,2	0,6	5,8
Transporturi	—	0,8	0,8
Consum casnic *)	2,9	0,4	3,3
	8,1	2,1	10,2

*) A se vedea mai departe categoriile de consum aci incluse

In ceea ce privește fiecare categorie de consumatori în parte, datele disponibile referitoare la structura consumului de energie și sursele folosite pentru acoperirea sa sînt foarte diferențiate, din care cauză analiza corespunzătoare nu se face la același nivel de exactitate. Aceasta nu împiedecă însă prezentarea principalelor date existente în această privință :

Agricultura

Consumul de energie utilă de cca 300 mrd. kWh a fost acoperit în măsură de cca 80% de forța animalelor și munca omului.

Industria

După cum s-a arătat,ca energie utilă, industria a consumat cca 10% sub formă de forță și cca 90% sub formă de căldură.

Energia folosită sub formă de forță a fost fie preluată din rețelele electrice generale, fie produsă în instalații proprii. Munca omului a fost mai importantă ca efort de conducere și deservire a instalațiilor decît ca efort direct; rezultatele muncii manuale în mine și fabrici sînt apreciate la mai puțin decît echivalentul a 15 mrd. kWh energie electrică.

Tabela **12**

Balanța căldurii consumate în industrie în 1952 pe glob

Felul combustibililor	Energie brută cheltuită	Căldură utilă obținută	
	10^{12} kWh	10^{12} kWh	%
Cărbune, lignit și brichete	2,5	1,4	24,6
Cocs și gaze de furnal	1,1	0,6	10,7
Derivate din petrol	0,2	0,1	2,3
Păcură	0,8	0,5	9,0
Gaze naturale	1,3	1,0	18,2
Gaze artificiale	0,5	0,4	6,4
Combustibili vegetali	0,5	0,2	2,7
Combustibili neidentificați	2,7	1,4	25,1
Total brut	9,6	(5,6) resp. 5,2	100

Structura balanței căldurii consumate în industrie rezultă din tabela 12, în care pe de o parte apare energia brută consumată din diferitele feluri de combustibili, pe de altă parte energia utilă obținută din fiecare sort, atît ca valoare absolută cît și ca repartiție procentuală. Cifra energiei utile totale consumate a fost corectată la 5200 mrd. kWh prin scăderea a cca 400 mrd. kWh, căldură folosită pentru producere de energie electrică în instalațiile industriilor respective. Valoarea informativă a acestei tabele este însă ceva diminuată de postul „combustibili neidentificați", care grupează cca 25% din total și pentru a căror repartiție pe diferitele sorturi nu s-a dispus de date statistice suficiente.

De reținut randamentul global mediu, de ordinul 55%, pentru folosirea căldurii în industrie.

Transporturi

Consumul de energie utilă în transporturi, practic numai ca forță motrice, s-a repartizat astfel pe diferitele mijloace de transport :

	10^{12} kWh	%
Autovehicule	0,38	49,9
Căi ferate	0,10	14,0
Vapoare	0,18	23,3
Conducte (numai SUA)	0,02	2,3
Aviația civilă	0,01	1,9
Repartiție neidentificată	0,07	8,6
Total	0,76	100

O mică parte a energiei a fost preluată ca energie electrică din rețele (cca 25 mrd. kWh) și folosită pentru transporturi electrificate; restul energiei utile a fost produsă în cea mai mare parte ca energie mecanică în mijloacele de transport însăși, din combustibili, după repartiția din tabela 13.

Tabela **13**

Repartiția energiei utile consumate în transporturi, după combustibili

Felul combustibililor	Energie brută cheltuită	Energie utilă obținută	
	10^{12} kWh	10^{12} kWh	%
Cărbune, lignit, brichete, cocs	1,13	0,06	8,0
Derivate din petrol	2,25	0,47	62,1
Păcură	0,73	1,12	15,8
Gaze	0,07	0,02	2,4
Lemne de foc	0,04	0,001	0,1
Energie electrică	0,02	0,02	3,0
Combustibili neidentificați	0,94	0,06	8,6
Total	5,18	0,754	100

In afara ponderii masive a combustibililor lichizi și în special a derivatelor din petrol, este de relevat randamentul global mediu de numai 15% al folosirii energiei brute în transporturi, datorit în special efectului randamentului scăzut al locomotivelor cu abur.

Consumul casnic

In categoria de consumatori aici astfel desemnată, se include pe lîngă consumul casnic propriu zis, adică al locuințelor, și consumul clădirilor administrative, publice și sociale cît și consumul pentru luminatul public. Energia utilă consumată sub formă de energie electrică constituie numai 12%, ponderea consumului fiind dată și în acest domeniu de căldură, care cu cele cca 2900 mrd. kWh ajunge la o cotă de 88%. Căldura care a fost folosită pentru încălzirea încăperilor, gătit și pregătitul apei calde — din păcate datele statistice disponibile nu permit defalcarea consumurilor respective — a rezultat în cea mai mare parte din resursele indicate în tabela 14.

Se constată ponderea relativ mare a combustibililor minerali solizi, însă trebuie relevată și

cota importantă a gazelor naturale şi a combustibililor vegetali. Randamentul global mediu al folosirii căldurii în această categorie de consum, în care intervin procese cu randamente variind de la 20 la 60%, este de ordinul 35%.

Tabela 14

Structura consumului casnic de căldură

Felul combustibililor	Energie brută cheltuită	Căldură utilă obţinută	
	10^{12} kWh	10^{12} kWh	%
Cărbune, lignit, turbă, brichete	1,7	0,7	23,2
Cocs	0,2	0,1	3,0
Derivate din petrol	0,8	0,4	16,2
Păcură	0,2	0,1	3,6
Gaze naturale	0,9	0,5	17,5
Combustibili vegetali	2,5	0,5	17,2
Combustibili neidentificaţi	1,7	0,6	19,3
Total	8,0	2,9	100

c) *Structura consumului global de energie utilă*

După ce a fost analizată structura consumului de energie pe principalele categorii de consumatori, este indicat a se reveni la structura acestui consum pe cele două forme finale de energie utilă: forţă şi căldură, şi a încheia cu această analiză cercetarea mai detaliată a balanţei energetice globale.

Sub formă de *forţă* repartiţia energiei utile de cca 2100 mrd. kWh a fost următoarea:

	mrd. kWh	%
In instalaţii staţionare	895	43
In instalaţii mobile	1169	57
din care:		
Autovehicule de toate categoriile	578	49,3
Locomotive şi avioane	120	10,3
Vapoare	176	15,1
Cu repartiţie neidentificată	295	25,3

Din energia consumată în instalaţii staţionare, cca 92% a fost în formă de energie electrică, iar din cea consumată în instalaţiile mobile, 79% sub formă de energie mecanică, 3% sub formă de energie electrică şi 18% ca energie a animalelor de tracţiune şi a muncii omului.

Ca repartiţie, este de relevat consumul mai mare al instalaţiilor mobile, care însumează 57% din consumul util total de forţă, şi printre acestea cota predominantă a autovehiculelor de toate categoriile (incl. tractoare etc.), care întrec cu mult consumul celorlalte mijloace de transport terestre, aeriene şi navale. Această pondere nu poate fi alterată nici chiar de o structură eventual total diferită a cotei importante a consumului de energie cu repartiţie neidentificată.

Provenienţa energiei utile consumată ca forţă în diferitele instalaţii menţionate se poate urmări din tabela 15. Este de subliniat locul important ocupat de energia electrică ce a acoperit mai mult de jumătate din consum, însă nu poate trece nerelevată cota de 12,4% cu care a intervenit încă energia animală şi umană.

Tabela 15

Provenienţa energiei utile consumată ca forţă în 1952, în mrd. kWh

Sursa	Energie electrică	Energie mecanică	Energie animală şi umană	Total
Surse hidraulice	376	—	—	375
Combustibili	595	712	—	1307
Animale şi forţa omului	—	—	205	205
Neidentificat	180	75	70	325
Total	1151 *)	787	275	2213
Structură %	52,0	35,6	12,4	100

Sub formă de *căldură* s-a consumat în 1952 o cantitate de energie utilă echivalînd cu 8 072 mrd. kWh. In tabela 16 este redată provenienţa căldurii pe diferitele resurse cît şi energia brută cheltuită din fiecare categorie de combustibil, în raport cu cota de energie utilă obţinută.

Tabela 16

Provenienţa energiei utile consumate în 1952 sub formă de căldură

Felul combustibilului	Căldură cheltuită	Consum util de căldură	
	mrd. kWh	mrd. kWh	%
Combustibili minerali solizi	5476	2724	32,0
Derivate din petrol	1068	598	7,0
Păcură	1006	603	7,1
Gaze	2567	1884	22,4
Combustibili vegetali	3004	705	8,3
Combustibili neidentificaţi	4496	1958	23,2
Total brut	17617	8472	100
Consumat pentru producerea de energie electrică în instalaţii industriale		400	
Total net		8072	

Se atrage atenţia asupra repartiţiei procentuale a căldurii util consumate, repartiţie care denotă o solicitare importantă şi în aceste scopuri a combustibililor superiori, lichizi şi gazoşi.

d) *Constatări de ansamblu*

Cererile de energie utilă, atît sub formă de forţă cît şi de căldură au fost satisfăcute în anul 1952, făcîndu-se apel la toate sursele de energie primară cunoscute.

Dacă se face abstracţie de cazurile obligate în care se impune din motive tehnologice folosirea anumitor resurse energetice, ca de ex. cocsul în unele industrii metalurgice, sau anumiţi carburanţi pentru unele mijloace de

*) In care sînt incluse 139 mrd. kWh energie pierdută în instalaţiile de transport.

transport, se constată, că în general relaţiile între cererile de energie şi sursele de energie primară alese pentru satisfacerea lor, au fost dictate mai ales de considerente economice şi mai puţin de alte considerente. In special, în cadrul acesta foarte larg al balanţei mondiale, numărul mare al factorilor ce intervin şi efectele lor compensatorii, nu permit descifrarea unor anumite tendinţe unitare în folosirea resurselor de energie, deşi în unele regiuni de pe glob nu lipsesc nici preocupările şi nici rezultatele unei politici energetice corespunzătoare.

e) *Observaţiuni în legătură cu condiţiile de întocmire a balanţei prezentate*

Inainte de a încheia acest capitol, al cărui scop a fost mai puţin comentarea critică cît prezentarea în sine a unui material interesant, care comportă încă multe posibilităţi de analiză mai aprofundată, este potrivit a aduce cîteva observaţiuni în legătură cu condiţiile de culegere a datelor şi cu prelucrarea lor.

După cum s-a arătat, balanţa energetică mondială a fost stabilită pentru 1952 în cea mai mare parte pe date transmise oficial de ţările respective. In timp ce pentru consumul de energie brută din sursele primare a fost nevoie de mai puţine completări prin consultarea altor statistici sau chiar prin aprecieri, pentru consumul de energie *utilă* nu s-a dispus de datele directe decît pentru 24 ţări, care însă în 1952 au însumat 64% din consumul mondial de energie.

Pentru a prezenta totuşi situaţia globală a consumului util de energie, a fost necesar să se procedeze la determinarea cifrelor care lipseau. Determinarea s-a făcut plecînd de la cifrele de consum de energie brută din diferitele surse primare sau de forme de energie intermediare şi folosind valorile randamentelor caracteristice lanţurilor enrgetice de transport şi transformare, specifice utilizării sursei respective.

Valorile acestor randamente au fost stabilite cu o deosebită grije şi pe baza unui bogat material documentar*). De aceea s-a considerat util a fi redate cu titlu informativ în tabela 18 şi anume grupate după principalele categorii de consumatori. Este de observat că în determinarea valorilor globale respective, s-a presupus un randament de 100% în utilizarea energiei electrice la locul de consum, în ipoteza folosirii ei în cele mai favorabile condiţii, ceea ce nu este însă totdeauna cazul. De asemenea trebuie atras atenţia, că aceste randamente se referă numai la transformarea energiei primare în formele de energie utile: forţă şi căldură. Ca atare, ele nu ţin seama de efectul pozitiv al recuperărilor de căldură, posibile într-o serie de procese, şi nici de efectul negativ datorit unor condiţii defavorabile de folosire în instalaţiile respective, ca de ex. funcţionarea maşinilor cu factori de încărcare reduşi sau pierderi de căldură exagerate, datorite unor condiţii de exploatare necorespunzătoare, etc.

Tabela **18**

Valori medii folosite pentru randamentetele transformării energiei brute în energie utilă

Felul combustibililor	Agricultură	Industrie	Transporturi	Consum casnic
Cărbune, lignit, cocs . . .		0,55	0,04	0,40
Turbă			0,03	0,30
Benzină.	0,20	0,20	0,20	
Petrol lampant	0,20	0,20		0,50
Alte derivate din petrol	0,25	0,60	0,25	0,60
Păcură		0,60		0,60
Gaze naturale		0,80	0,20	0,60
Combustibili vegetali . .		0,40		0,20
Lemne de foc		0,40	0,02	0,20
Energie electrică		1,00	1,00	1,00

Din tabela 18 se constată atît diferenţe apreciabile între randamentele realizabile la folosirea diferitelor resurse energetice, cît şi variaţia randamentelor cu care de multe ori aceeaşi resursă energetică este diferit valorificată, în funcţie de domeniile de consum. Aceste valori şi diferenţe, care înglobează efectele complexe ale condiţiilor tehnice şi economice din ciclurile energetice respective, trebuie păstrate în cadrul de ansamblu pentru care au fost determinate şi anume ca valori medii mondiale; ele nu sînt de folosit ca cifre caracteristice pentru anumite domenii restrînse de aplicare, dar ca ordine de mărime îşi păstrează şi în aceste cazuri valoare lor orientativă.

In ceea ce priveşte energia animală şi umană, aceasta a fost estimată direct ca energie utilă. Dacă ar fi să se ia în considerare un randament, poate că ar putea fi apreciat, în raport cu hrana consumată, la o valoare de ordinul 0,05.

8 Perspective

a) *Creşterea cererilor mondiale de energie în viitor*

Aprecierea dezvoltării probabile a cererilor de energie, mai ales pe o perioadă mai lungă, este evident legată de mari dificultăţi. Totuşi, dat fiind importanţa unor astfel de estimaţii, îndeosebi pentru acest domeniu al economiei generale care este legat de amenajări de mare anvergură tehnică şi economică, nu au lipsit încercări în acest sens. Ca atare nu ne referim la studii pentru anumite ţări şi care nu cuprind de obicei decît perioade relativ scurte, ci la studii de ansamblu, care să cerceteze problema pe plan mondial. Astfel de studii au apărut mai ales în ultima vreme, în legătură cu preocupările şi perspectivele de încadrare a energiei nucleare în balanţa energetică a viitorului mai mult sau mai puţin depărtat.

Nu se poate insista în acest cadru asupra felului diferit şi de multe ori original în care

*) A se vedea în special indicaţiile bibliografice din lucrarea menţionată sub [8].

diferiții autori pun și încearcă să rezolve problema aprecierii creșterii consumului mondial de energie și a posibilităților de acoperire în viitor, mai ales cînd etapele cercetate trecînd peste anii 1975 și 2000 [8] [6] se întind spre 2025 sau chiar 2050 [4]. Ceea ce interesează aci este stabilirea mai degrabă a ordinii de mărime probabile a consumului mondial de energie și a liniei de dezvoltare de așteptat în ceea ce privește folosirea diferitelor resurse de energie. De aceea și în această privință se vor prezenta cifrele din raportul ONU deja citat [8] și a căror apreciere s-a făcut pe următoarele baze :

— *Populația* va crește probabil pe glob în mediu cu 1,5% pe an, ceea ce înseamnă :

Anul	1950	1975	2000
M.liarde locuitori	2,6	3,5	5,0

Este de observat că alți autori [4] estimează o creștere mult mai înceată, de ex. : 4,3 miliarde locuitori de abia pentru anul 2050.

— Producția *industrială* globală va crește anual în mediu cu 5% ; această cifră nu pare exagerată ținînd seama că încă 2/3 din populația de pe glob trăește în regiuni puțin sau deloc industrializate.

— Volumul *transporturilor* va crește și el în mediu cu 5% pe an.

— Cererile de energie în *agricultură* au crescut în perioada 1913—1952 cu mai puțin de 1% pe an ; este necesar a se presupune o creștere de cel puțin 2% pe an pentru a se putea face față cerințelor în viitor.

— Consumul *casnic* de energie, în accepția folosită anterior pentru consumul grupat în această categorie, este relativ mai greu de apreciat. Dacă pentru cererile de căldură o cotă de 2% pare rezonabilă, pentru cota de energie electrică pare indicat a se folosi o cifră mai mică decît cea de 9% realizată în intervalul 1937—1952, și anume de cca 6% ; această cotă corespunde pe lungă perspectivă unui nivel mediu de electrificare casnică mai ridicat decît media actuală în SUA, însă care rămîne încă sub nivelul atins acum în Norvegia.

Aceste creșteri în diferite sectoare, se încadrează în aprecierea de creștere cu 4—6% pe an a consumului total de energie utilă, deja menționată.

Folosind cotele de creștere de mai sus și plecînd de la cifrele de consum de energie utilă din 1952, în lucrarea citată s-a făcut estimarea cererilor pentru anii 1975 și 2000, obținîndu-se :

Industria

Evoluția consumului de energie utilă în industrie este apreciată astfel :

Anul		1952	1975	2000
Consum industrial de energie utilă	10^{12} kWh	5,8	18	60
din care :				
— forță	%	10	15	20
— căldură	%	90	85	80
Consum specific mediu	kWh/loc	2 300	5 200	12 000

Creșterea ponderii consumului de forță în industrie nu este exagerată, deoarece azi în Norvegia 2/3 din consumul de energie utilă în industrie îl constitue consumul de energie electrică, deși aceasta nu este folosită în industrie exclusiv ca forță motrică, ci are variate aplicații și pentru procese termice.

Ca forme obligate de energie pentru acoperirea consumului industrial în viitor sînt de reținut :

Anul		1952	1975	2000
Energie electrică	10^{12} kWh		3	12
Cocs metalurgic	mil. t	200	500	1000

restul cererilor putînd fi acoperit de orice alte surse primare de energie.

Transporturile

Evoluția cererilor de energie utilă în transporturi este estimată la :

Anul		1952	1975	2000
Consum util de energie	10^{12} kWh	0,8	2,5	8
Consum specific	kWh/loc	300	700	1600

Aprecierile, deși presupun creșteri importante, nu par excesive dacă se ține, de exemplu, seama că în 1952 consumul raportat pe locuitor era în SUA de 2500 kWh/loc.

Dacă tendințele ultimilor ani se generalizează, adică dacă orientarea către folosirea în mijloacele de transport de orice fel numai a derivatelor din petrol se adoptă în general, atunci ponderea motoarelor cu combustie internă devine cu totul predominantă, iar combustibilii folosiți ar fi numai combustibili lichizi superiori. Intervine această evoluție, problema în sine este încă foarte discutabilă, atunci la un grad extrem de „dieselizare", s-ar obține și randamente medii mult mai ridicate și consumuri de combustibili relativ mai reduse. Cifrele corespunzătoare ar fi :

Anul		1952	1975	2000
Randament mediu	%	15	25	30
Combustibili lichizi mil. t			800	2300

In această ipoteză extremă, sursa de energie primară obligatorie ar fi combustibili lichizi corespunzători.

Agricultura

La estimarea cererilor de energie utilă în acest sector, s-a plecat de la necesitatea înlocuirii în viitor a energiei consumată pînă acum în cea mai mare parte ca energie animală și umană, prin energie mecanică și electrică. Numai prin mecanizare și electrificare va fi posibil a se spori producția și productivitatea în agricultură pînă la nivelul dictat de creșterea rapidă a nevoilor. In aceste condiții, consumul de energie utilă s-ar cifra la :

Anul	1 952	1 975	2 000
Consum total, 10^{12} kWh	0,3	0,5	0,8
Consum specific, kWh/loc	120	140	160

Rămîne de văzut în ce măsură presupunerea de la care se pleacă pentru aprecierea cererilor de resurse energetice, că în jurul anului 2000

cea mai mare parte din energia necesară în agricultură va fi furnizată de surse mobile, care vor consuma combustibili lichizi, este îndreptățită. In această ipoteză, în care ni se pare că perspectivele electrificării agriculturii sînt subapreciate, ar apărea, dacă întretimp energia nucleară nu ar aduce soluții noi și în acest domeniu, cereri de resurse energetice obligate, sub forma de combustibili lichizi, de ordinul: 100 mil. t în 1975 resp. 250 mil. t în anul 2000.

Consumul casnic

Cererile de energie utilă pentru această categorie de consum în sensul mai larg aci acceptat, ar atinge:

Anul		1952	1975	2000
Căldură,	10^{12} kWh	2,9	4,6	7,5
Energie electrică,	10^{12} kWh	0,4	1,5	7

Se observă însă că delimitarea între aceste două categorii este foarte labilă, deoarece în acest sector o serie de cereri pot fi satisfăcute prin ambele forme de energie.

Cu cifrele estimate, consumul ce ar reveni pe cap de locuitor ar fi de:

Anul		1952	2000
Căldură	kWh/loc	1200	1500
Energie electrică	kWh/loc	1100	1400

față de 1100 kWh/loc. resp. 1600 kWh/loc consum actual de energie electrică în acest sector în SUA resp. Norvegia.

Cereri totale de energie în anii 1975 și 2000

Pe baza cifrelor indicate în cele precedente pentru fiecare sector de consum în parte, în tabelele 19 și 20 s-a redat situația de ansamblu.

Tabela **19**

Cererile viitoare de energie utilă grupate după sectoarele de consum

	1952		1975		2000	
	10^{12}kWh	%	10^{12}kWh	%	10^{12}kWh	%
Agricultura	0,3	2,9	0,5	1,8	1	1,2
Industria . .	5,8	56,8	18	66,7	60	71,5
Transporturi	0,8	7,9	2,5	9,3	8	9,5
Consum casnic	3,3	32,4	6	22,2	15	17,8
Total . .	10,2	100	27	100	84	100

Din cotele procentuale trecute în tabela 19 reiese ponderea crescîndă a consumului industrial și o ușoară creștere a cotei transporturilor. In schimb, tabela 20 indică o scădere a cotei procentuale a cererilor de căldură, în timp ce cota cererilor de forță crește, datorită însă exclusiv măririi consumului de forță, resp. energie electrică în industrie.

Tabela **20**

Cererile viitoare de energie utilă grupate după forma de energie

	1952		1975		2000	
	10^{12}kWh	%	10^{12}kWh	%	10^{12}kWh	%
Căldură . .	8,1	79,5	19	70,5	56	66,7
Forță						
— instalații staționare	1,0	9,7	5	18,4	19	22,6
— mobile .	1,1	10,8	3	11,1	9	10,7
Total . .	10,2	100	27	100	84	100

b) *Aprecieri asupra consumului mondial de resurse energetice în viitor*

Pentru a determina consumul probabil de resurse energetice necesare acoperirii acestor cereri de energie utilă, se reține întîi consumul util care poate fi acoperit numai din anumite resurse, și anume:

Anul		1975	2000	
Căldură	10^{12} kWh	2	7	din cocs metalurgic
Forță în instalații mobile	10^{12} kWh	3	9	din combustibili lichizi.

Restul de cereri de energie utilă, adică

Anul		1975	2000
Căldură	10^{12} kWh	17	49
Forță	10^{12} kWh	5	19
Total	10^{12} kWh	22	68

nu sînt legate pentru acoperirea lor de anumite resurse energetice.

Cantitățile de energie brută, necesare acoperirii acestor grupe de cereri de energie utilă, depind atît de natura resurselor energetice ce vor fi folosite cît și de randamentele probabile ale valorificării lor.

In ipoteza folosirii numai de resurse energetice convenționale, se poate presupune o ameliorare a randamentelor medii globale în cursul timpului, de ordinul:

Anul	1952	1975	2000
In producerea energiei electrice	0,22	0,30	0,40
In producerea căldurii	0,50	0,60	0,70

Cu aceste valori, consumul de resurse energetice convenționale pentru această grupă de cereri ar fi de ordinul $44{,}8.10^{12}$ kWh în 1975 și 120.10^{12} kWh în anul 2000.

In tabela 21 s-au redat cifrele de consum de energie primară pentru anii de referință, grupate pe resurse energetice obligate sau nu, și exprimate atît în kWh cît și în t combustibil convențional.

Tabela **21**

Consumul mondial de energie brută în viitor

Anul	1952		1975		2000	
	10^{12}kWh	mrd. t cc	10^{12}kWh	mrd. t cc	10^{12}kWh	mrd. t cc
Cocs metalurgic . .			4,0	0,5	10,4	1,3
Combustibili lichizi			11,2	1,4	29,6	3,7
Resurse diverse . . .			44,8	5,6	120	15
Total . .	29,0	3,6	60	7,5	160	20

In concluzie, este de reținut că cca 80% din cererile mondiale viitoare de energie utilă nu sînt legate de folosirea unor anumite resurse

nu au fost cercetate mai îndeaproape, deoarece nu constituiau obiectivele propriu zise ale cercetărilor. Acestea urmăreau stabilirea deficitelor din balanțele de perspectivă, numai pentru a putea trage concluzii în legătură cu posibilitățile de integrare a energiei nucleare în energetica țărilor respective sau în ansamblul mondial. De aceea, nici acest material nu prezintă decît o contribuție parțială la studiul structurii de perspectivă a consumului mondial de resurse energetice, care rămîne o problemă încă foarte deschisă.

c) *Perspectivele încadrării energiei nucleare în balanța energetică mondială*

Pentru a nu depăși cadrul general de informare al acestui articol, nu se vor aduce în legătură cu această preocupare decît cîteva sumare considerațiuni. Ele se vor referi în special la aspectele calitative ale problemei și mai puțin la cele cantitative.

Exceptînd posibilitățile folosirii energiei nucleare direct pentru acoperirea unor importante consumuri de căldură sau de energie mecanică, pare că principala ei utilizare va fi pentru producerea de energie electrică, fie în centrale termoelectrice cu pură condensație, fie, oridecîteori aceasta va fi posibil, în centrale de termoficare. Ca atare, posibilitățile de încadrare ale energiei nucleare în balanțele energetice de viitor vor fi de cercetat mai ales pe linia energiei electrice.

In acest sens trebuie examinată măsura în care energia nucleară va avea de făcut față unor noi cereri de energie electrică, dar va fi de examinat și dacă este sau nu indicat ca această nouă resursă să înlocuiască în parte, sau poate cîndva chiar complet, resursele energetice convenționale folosite pînă acum.

Dacă pe ansamblul economiei mondiale nu poate exista îndoială asupra necesității intervenției acestei noi forme de energie, pentru economia energetică a fiecărei țări problema se pune foarte diferențiat.

Intr-adevăr, pentru țările ale căror resurse energetice convenționale nu vor putea face față în viitorul apropiat creșterii cererilor, problema constă în alegerea soluției celei mai economice între import de combustibili sau folosirea energiei nucleare ; în ultima alternativă este esențial dacă se dispune sau nu de zăcăminte proprii de uraniu sau thoriu.

Pentru țările ale căror resurse energetice convenționale nu mai sînt suficiente pentru a face față cererilor în viitorii 50 de ani, problema se pune în același fel, însă cu un grad de urgență mai redus. In aceste țări se poate proceda la o integrare treptată a acestei noi forme de energie în balanța energetică. Ritmul acestei integrări va depinde, în afară de considerente generale de politică energetică, de condițiile economice în care va fi disponibilă noua formă de energie, atît ca efort de investiții cît și ca preț de cost. Cîtă vreme prețul de revenire al energiei nucleare va fi ceva superior prețului de cost mediu al celorlalte resurse energetice, energia nucleară va fi folosită în primul rînd pentru acoperirea noilor cereri. Aceasta este valabil în ipoteza că există zăcăminte proprii de combustibil nuclear și că un import de energie nu este socotit oportun, chiar dacă pentru o oarecare perioadă ar reveni mai economic. Dacă nu există o bază proprie de combustibil nuclear și tot trebuie importat energie, alegerea este mai grea ; totuși, dat fiind dezvoltarea ce este de așteptat în această direcție, se va da probabil preferință tot energiei nucleare, căutîndu-se însă momentul și condițiile cele mai favorabile pentru noua orientare. Dacă însă prețul de revenire al energiei nucleare va fi cu ceva inferior prețului mediu al celorlalte resurse, nu numai că pentru acoperirea noilor cereri se va folosi această energie, dar se va pune problema înlocuirii consumului existent de resurse energetice convenționale. Această problemă nu se va soluționa însă numai pe considerația de preț de cost a energiei. Va trebui ca o eventuală înlocuire să se facă treptat, evitîndu-se repercusiunile economice și sociale ce ar fi antrenate de o bruscă reducere a extracției de combustibili, prin orientarea lor progresivă ca materii prime pentru industria chimică. In ce ritm și în ce măsură vor fi posibile astfel de operații, depinde de condițiile de dezvoltare, planificate sau nu, ale economiei respective.

In fine, țările cu rezerve foarte mari de resurse energetice convenționale, pot aștepta ca tehnica folosirii energiei nucleare să treacă de greutățile inerente oricărei faze de demarare și să introducă folosirea ei abia cînd prețul de revenire a scăzut suficient.

Dat fiind că în afară de considerente de politică energetică, efortul de investiții și prețul de cost al energiei electrice produse din energie nucleară sau din resurse energetice convenționale, sînt elementele hotărîtoare pentru integrarea acestei noi forme de energie, este indicat a cerceta comparativ tendințele lor de variație în viitor.

Prețul de cost al energiei electrice produse din folosirea forței apelor are, în perspectivă suficient de lungă, o tendință de creștere, deoarece efectele favorabile ale progresului tehnic încep de la un moment dat să fie compensate și apoi întrecute de investițiile mai mari, legate de creșterea gradului de amenajare a potențialului hidroenergetic global.

Prețul de cost al energiei electrice produse în centrale termoelectrice are încă o tendință de scădere, datorită creșterii randamentului și scăderii investiției specifice prin folosirea de unități din ce în ce mai mari. Totuși, chiar cu economiile de combustibil ce se mai pot realiza datorită extinderii termoficării, cu timpul se va atinge probabil o limită și va apare apoi o tendință de creștere, datorită efectului negativ al creșterii prețului combustibililor.

Interconexiunea rețelelor electrice și concentrarea producției în unități mari, care au adus

energetice, ceea ce lasă deschise largi posibilități atît utilizării raționale a resurselor energetice exploatate pînă în prezent cît și încadrării noilor forme de energie, printre care, în lumina cunoștințelor actuale, energia nucleară prezintă cele mai interesante perspective.

In ceea ce privește măsura în care vor fi solicitate în viitor diferitele resurse energetice, este foarte greu a se face de pe acum aprecieri, chiar numai pe ansamblul mondial. In lipsa unor astfel de date, este interesant însă a reliefa cel puțin unii dintre factorii determinanți în rezolvarea problemei și a căror evoluție și repercusiuni în perioada care vine vor furniza treptat elemente pentru conturarea perspectivei. Sînt de reținut în acest sens :

1. Lipsa de corelație, deja amintită, între repartiția inegală a resurselor energetice pe glob și dezvoltarea neegală a cererilor de energie, va impune transporturi din ce în ce mai mari și mai lungi fie de resurse energetice fie de energie sub diferite forme intermediare.

2. Volumul unor astfel de transporturi va fi de o ordine de mărime cu totul alta decît scara la care se desfășoară azi transporturile pe plan mondial. Intr-adevăr, cota de energie transportată sub o formă sau alta este actualmente foarte mică : numai 10% din producția mondială de cărbune este exportată în afara țării de origină, iar producția de petrol, din care în 1952 s-a exportat 30%, a intervenit ca pondere cu numai 26,5% în totalul resurselor energetice consumate. In ceea ce privește energia electrică, în intervalul 1937—1953 numai 1,3—1,5% din producția europeană a circulat peste hotare.

Această situație are acum mai multe cauze :

— în timp ce petrolul și gazele naturale se transportă relativ ușor maritim sau pe conducte, pentru energia electrică apar distanțe de transport limitate sau chiar imposibile din punct de vedere tehnic (100 km prin cable submarine, 1000—1200 km prin linii aeriene. Dar chiar în aceste limite, economia transporturilor depinde mult de mărimea investițiilor necesare și de cantitățile de energie ce urmează a fi transportate ;

— diferența între ritmul relativ constant al extracției resurselor energetice și consumul lor variabil în timpul anului, cere instalații de stocare foarte mari pentru resurse energetice consumate departe de zăcăminte ;

— frontierele dintre state îngreunează încă în situația actuală un schimb mai important de energie.

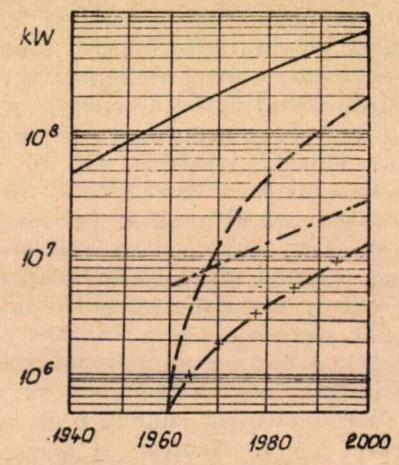
Rămîne de urmărit în ce măsură și în ce ritm aceste elemente limitative vor evolua în viitor.

3. Intervenția energiei nucleare aduce și în privința transportului posibilități cu totul noi, dat fiind costul practic negalijabil al transportului resursei energetice în acest caz.

4. Limitele de care s-a vorbit în ceea ce privește posibilitatea sporirii producției diferitelor resurse energetice, se pot schimba eventual în viitor într-un mod ce nu poate fi bănuit de pe acum, atît în ce privește condițiile tehnice cît și cele economice.

5. In fine, considerațiile de politică energetică sau relațiile de preț fac parte dintre factorii care vor influența într-o măsură hotărîtoare evoluția apelului la diferitele resurse energetice.

Neputîndu-se ține seama de toate aceste aspecte într-un bilanț global de perspectivă, unul din rapoartele ONU citate [6], a încercat o prezentare, care evită deocamdată principalul factor care împiedecă examinarea de ansamblu a problemei, și anume transporturile energetice pe distanțe foarte mari. In acest scop s-a determinat, pe baza unor anumite premize, epoca probabilă pînă la care principalele țări de pe glob își vor putea echilibra balanța din resursele energetice proprii. S-a întocmit astfel o reprezentare grafică sugestivă a situației energetice a tuturor țărilor din acest punct de vedere. Diagrama construită permite o infor-



——— *Putere instalată totală*
— — — *Putere instalată a centralelor atomoelectrice*
— · — · — *Creștere totală anuală*
— ★ — ★ — *Creșterea anuală a puterii centralelor atomoelectrice*

Fig. 8 Dezvoltarea puterii instalate în centralele electrice din SUA.

mare de ansamblu, în sensul că, fără a da soluții asupra modului cum se va echilibra balanța energetică mondială, pune în evidență regiunile deficitare care vor cere fie noi forme de energie, fie import de resurse energetice cunoscute.

Din acest punct de vedere se deosebesc trei grupe de țări :

— țări în care resursele energetice convenționale vor fi amenajate (hidro) resp. epuizate (combustibili) într-un termen foarte scurt, de ex. Danemarca, Egipt, Elveția, Italia, etc.

— țări în care aceste resurse vor fi suficiente și după anul 2000, de ex. R. F. Iugoslavă, Norvegia, etc. ;

— țări ale căror resurse energetice convenționale devin insuficiente în viitori 50 de ani.

Soluțiile pentru echilibrarea balanțelor energetice ale țărilor din prima și ultima categorie

scăderea esențială a prețului de cost al energiei electrice, vor continua această tendință încă un timp, dar și această dezvoltare este limitată.

Se pare deci că, pentru o lungă perspectivă, se poate conchide că progresul tehnic nu va putea compensa toate elementele ce joacă în sensul unei creșteri, chiar dacă numai ușoare, a prețului de cost al energiei electrice produse din resurse energetice convenționale.

In schimb, prețul de cost al energiei nucleare va fi în continuă scădere și nu se va putea vorbi mult timp de atingerea unei limite inferioare.

Este deci de reținut această dezvoltare favorabilă unei integrări progresive a energiei nucleare în balanța energetică mondială, fără însă a se putea face încă aprecieri cantitative asupra ritmului și măsurii în care aceasta va avea loc.

In lipsa unor cifre de ansamblu, vor fi citate totuși cîteva cifre orientative pentru cele trei țări în care preocupările practice în legătură cu folosirea acestei noi forme de energie sînt cele mai avansate.

Pentru URSS nu s-au indicat date pentru o perspectivă mai lungă, însă puterea de 2—2,5 milioane kW ce urmează a se instala în perioada 1956—1960 în centrale atomo-electrice [11], reprezintă programul cel mai intens cunoscut pentru această perioadă.

In Anglia s-a anunțat un program de 10 ani [12], după care în perioada 1960—1965 ar urma să intre în funcțiune 12 centrale cu puteri între 100 și 200 MW folosind energie nucleară. După 1965, majoritatea noilor centrale electrice vor fi construite pe bază de combustibil nuclear, pentru a se atinge în 1975 o putere instalată în aceste centrale de ordinul 10—15 mil. kW, față de o putere instalată totală de 55—60 mil. kW. Cum centralele folosind energie nucleară vor funcționa ca centrale de bază, se apreciază că ele vor livra în 1975 o cotă de 40% din energia electrică totală produsă. Aceasta va însemna o ușurare a balanței de combustibili minerali cu cca 40 milioane t cărbuni anual. Pentru anul 2000 folosirea energiei nucleare urmează a înlocui 150—200 milioane t cărbuni anual în această țară.

Pentru SUA se apreciază că în perioada 1960—1970 puterea instalată în centralele folosind energie nucleară va reprezenta 10—20% din puterea nouă totală, iar prin accentuarea cotei respective, acestea vor atinge în anul 2000 o cotă de 22% din puterea totală a centralelor electrice. Această dezvoltare este reprezentată grafic în fig. 8.

După cum se vede, cu excepția URSS în care, încă în cadrul celui de al 6-lea plan cincinal, urmează a se instala o putere însemnată în centrale folosind energie nucleară, de abia din anul 1960 această nouă formă de energie care este chemată să joace un rol atît de important în viitor, va interveni pe un plan mai mare în ansamblul mondial.

Concluzii

După ce omul a trăit aproape un milion de ani din produsele curente ale naturii, în ultimii 250 ani și-a dezvoltat un fel de a trăi și de a munci care face un apel din ce în ce mai mare la resursele energetice ale globului. Dezvoltarea cantitativă a nevoilor de energie a fost însă însoțită și de cerințe calitative continuu sporite, care au avut ca urmare o deplasare a ponderii consumului de energie brută spre resursele energetice superioare. Nu este de mirare că, în aceste condiții, și-au făcut loc legitime îngrijorări, în ceea ce privește posibilitățile de a face față cererilor de energie mereu crescînde, cu resursele energetice, așa zise clasice de pe glob, ale căror rezerve, chiar după cele mai optimiste aprecieri, nu ar ajunge decît pentru o perioadă foarte limitată.

Apariția energiei nucleare aduce în această privință nu numai asigurarea echilibrării cantitative a balanței energetice globale pentru o bună bucată de vreme, dar prin natura ei, noua formă de energie oferă în același timp posibilități cu totul noi pentru dezvoltarea de perspectivă a energeticii mondiale.

Bibliografie

[1] *Eccles J.*: Probleme din trecut și de viitor ale tehnicii energeticii, Electr., Journal, 153 (1954) pag. 1207.

[2] *Putnam P. C.*: Energy in the future, New York, 1953.

[3] *Monteith A. C.*: Sursele de energie ale viitorului, Trad. în Archiv fuer Energiewirtschaft 1955, Nr. 9.

[4] *Daniel, G. H.* și *Robinson, E.A.C.*: Nevoia mondială pentru o nouă sursă de energie, Referat A. Conf. 8/P/757, Geneva, 1955.

[5] *Vogel W.*: Despre folosirea actuală și viitoare a energiei solare, BWK, 1954, Nr. 7.

[6] Departamentul pentru probleme economice și sociale al ONU: Energia nucleară în bilanțul energetic mondial viitor, Doc. A./Conf. 8/2/1116 — Geneva 1955

[7] *Steingauz E. O.*: Problemele alimentării cu energie în proiectarea orașelor, Vol. I, Moscova, 1952 trad. Ed. Energetică de Stat 1954.

[8] Departamentul pt. probleme economice și sociale al ONU: Cererile mondiale de energie în 1975 și 2000, Doc. A/Conf. 8/P/902

[9] . . .: Resursele energetice mondiale, Referat în BWK 1954, No. 5, pag. 188—89

[10] *Serbinovski G. V.*: Producția și consumul de energie electrică peste hotare, Electricestvo 1955, Nr. 8, pag. 79—84

[11] . . .: Directivele Congresului al XX-lea al P.C.U.S. cu privire la cel de al șaselea plan cincinal de dezvoltare a economiei naționale a URSS pe anii 1956—1960

[12] *Cockcroft J.*: Contribuția energiei nucleare la resursele energetice mondiale și ale Angliei pînă în 1975, Referat A. Conf. 8/P/389, Geneva 1955

[13] . . .: Program cincinal al Comisiei energiei atomice din USA, Referat în BWK, 1954 Nr. 9 pag. 370—71

DIE ENERGETISCHE WELTLAGE

Als Fortsetzung des im vorhergehenden Heft erschienen Aufsatzes, werden die energetische Weltbilanz im Jahre 1952 sowie Erwägungen über den zukünftigen Energiebedarf und din Deckungsmöglichkeiten gebracht. Besonders wird die Bedeutung der Kernspaltungsenergie für den quantitativen Ausgleich der energetischen Weltbilanz hervorgehoben und auf die Möglichkeiten die diese neue Energieform für die qualitative Entwicklung der Energetik im allgemeinen bietet, hingewiesen.

Consideraţii teoretice şi metode de calcul pentru ejectoare

(II)

Prof. dr. ing. I. VLĂDEA

6 Compresorul de abur cu jet

Acest tip de compresor are menirea de a comprima abur cu presiune mai joasă cu ajutorul unui jet de abur cu presiune mai mare. El se realizează ca un ejector cu viteze supersonice sau ca un ejector mixt. Cu studiul acestui compresor se ocupă mai ales lucrarea citată a lui A. N. Lojchin [2].

Comprimarea de acest gen se aplică în cazul cînd aburul de presiune joasă este utilizat parţial de un consumator, care cere abur cu o presiune mai mare decît este produs acesta în mod obişnuit pentru ceilalţi consumatori. In cele ce urmează se vor folosi notaţiile din fig. 1.

Funcţionarea compresoarelor de abur cu jet poate fi complet urmărită în diagrama *i-s*, de unde se pot lua şi mărimile de stare necesare calculului analitic al dimensionării. In cazul cînd e dată atît presiunea aburului antrenant, cît şi a celui antrenat, singura variabilă rămasă este coeficientul de injecţie $u = G_2/G_1$, prin cunoaşterea căruia problema este rezolvată.

Coeficienţii de frecare se pot lua egali cu cei de la celelalte gaze reale. Pentru a exemplifica metoda de calcul se dă în cele ce urmează un exemplu numeric pentru calcularea unui compresor de abur cu jet.

7. Exemplu numeric de compresor de abur cu jet

O centrală de termoficare cu debitul de 10 t/h are 82% din consumatori, care necesită abur de 6 ata şi 200°C, iar restul de 18% necesită presiunea de 8 ata (1800 kg/h). Centrala produce numai abur de 6 ata şi 200°C, iar aburul cu presiunea de 8 ata va fi comprimat cu ajutorul unui compresor cu jet. In acest scop stă la dispoziţie abur antrenant de 12 ata şi 300 °C. Să se determine dimensiunile principale ale ejectorului şi starea finală a aburului comprimat. Se va lua :

$$\varphi_1' = 0{,}975\,;\ \varphi_1'' = 0{,}965\,;\ \psi_1 = 0{,}941\,;$$
$$\varphi_2 = 0{,}97 \text{ şi } \varphi_3 = 0{,}975.$$

Aburul *antrenant* are următorele mărimi de stare : $P_0 = 120\,000$ kg/m², $T_0 = 573$°K, $i_0 = 726{,}6$ kcal/kg, $v_0 = 0{,}2181$ m³/kg, $s_0 = 1{,}6803$ kcal/kg. grd, pe cînd cel *antrenat* are : $P_0' = 60\,000$ kg/m², $T_0' = 473$°K, $i_0' = 680{,}8$ kcal/kg, $v_0' = 0{,}3591$ m³/kg, $s_0' = 1{,}6662$ kcal/kg. grd.

In fig. 8 este reprezentată o parte dintr-o diagramă *i-s* pentru abur, în care sînt trasate transformările din acest exemplu numeric.

Aburul antrenant se destinde în ajutajul de Laval pînă la presiunea de $P_2 = 55\,000$ kg/m². Dacă destinderea s-ar produce izentropic, punctul final al destinderii ar fi *2'* în diagramă, dar

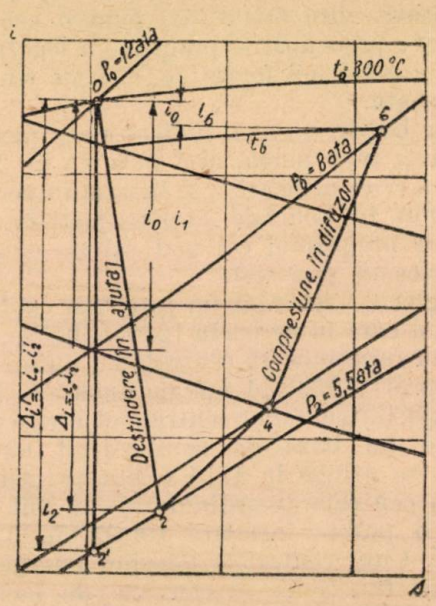


Fig. 8. Diagrama *i-s* pentru compresorul de abur cu jet.

cum destinderea se face cu pierderi, punctul final va fi în *2*. Căderea de entalpie va fi :

$$\Delta i' = i_0 - i_{2'} = 726{,}6 - 683{,}1 = 43{,}5 \text{ kcal/kg}.$$

Căderea utilă de entalpie va fi însă numai

$$\Delta i = \varphi_1^2 \cdot i' = 0{,}97^2 \cdot 43{,}5 = 41{,}0 \text{ kcal/kg}.$$

Entalpia finală va fi deci $i_2 = 685{,}6$ kcal/kg, care corespunde la presiunea de 5,5 ata următoarelor mărimi de stare : $P_2 = 55\,000$ kg/m², $i_2 = 685{,}6$ kcal/kg $s_2 = 1{,}6854$ kcal/kg. grd, $v_2 = 0{,}4006$ m³/kg, $t_2 = 208{,}2$°C. Transformarea se produce deci cu o creştere de entropie $\Delta s = 0{,}0051$ kcal/kg.grd. Viteza obţinută prin destindere va fi, dacă se admite viteza de apropiere a aburului de ajutajul de Laval de 30 m/s :

$$w_2 = \sqrt{\frac{2g}{A} \cdot \Delta i + w_0^2} = 586{,}8 \text{ m/s}. \qquad (51)$$

Viteza sunetului în aburul antrenant va fi :

$$w_1' = \sqrt{2g \cdot \frac{x}{x+1} \cdot P_0' \cdot v_0'} =$$

$$= \sqrt{19{,}62 \cdot \frac{1{,}3}{2{,}3} \cdot 120\,000 \cdot 0{,}2181} = 539 \text{ m/s}. \quad (52)$$

Această viteză corespunde unei căderi teoretice de entalpie de 34,7 kcal/kg. Pentru a obține și în mod real această viteză în secțiunea A_1, va fi necesară o cădere teoretică de entalpie de $\Delta i_1 = 36{,}4$ kcal/kg. In acest caz starea aburului în secțiunea A_1 va fi caracterizată prin următoarele mărimi de stare : $P_1 = 63\,000$ kg/m², $i_1 = 692{,}0$ kcal/kg, $s_1 = 1{,}6846$ kcal /kg. grd, $v_1 = 0{,}3650$ m³/kg și $t_1 = 227$°C.

Aburul antrenat intră în camera de amestec cu viteza :

$$w_0'' = 91{,}53 \cdot \varphi_0' \cdot \sqrt{(i_0' - i_0'')} \quad (53)$$

deoarece se consideră viteza inițială a acestui abur egală cu zero. Dacă se ia $\varphi_0' = 0{,}97$, se obține $w_0'' = 186$ m/s. Aburul antrenat va avea atunci la intrarea în camera de amestec : $P_0'' = 55\,000$ kg/m², $v_0'' = 0{,}3880$ m³/kg, $T_0'' = 465$°K, $w_0'' = 186$ m/s, $i_0'' = 676{,}4$ kcal/kg și $s_0'' = 1{,}6737$ kcal/kg.grd.

După amestecarea celor doi curenți de abur rezultatul va fi un amestec cu entalpia

$$i_A = \frac{i_2 + u\, i_0''}{1+u} + \Delta i_A \quad (54)$$

unde Δi_A reprezintă creșterea de entalpie datorită transformării în energie termică a pierderilor produse în camera de amestec. Entropia finală va fi

$$s_A = \frac{s_2 + u.s_0''}{1+u} + \Delta s_A \quad (55)$$

unde

$$\Delta s_A = (1 - \varphi_2^2) \frac{A.w_A^2}{2g} \cdot 0{,}002. \quad (56)$$

In ecuația (56) coeficientul 0,002 reprezintă creșterea de entropie medie corespunzătoare la presiunea de 5,5 ata unei creșteri de entalpie de 1 kcal/kg, dacă transformarea se produce izobar.

Avînd în vedere că transformările din ejector sînt presupuse adiabatice, la difuziunea celor doi curenți de abur nu se aduce nici-o căldură din exterior, deci creșterea de entropie dată de formula (17) nu se mai produce.

Viteza rezultantă, pe baza legii conservării energiei, va fi

$$w_A = \varphi_2 \cdot \frac{w_2 + u.w_0''}{\psi_1 (1+u)} \quad (57)$$

iar volumul specific

$$v_A = \frac{v_2 + u.v_0''}{1+u} \cdot \quad (58)$$

Pentru a rezolva problema este necesar să se determine acum valoarea coeficientului de injecție u. Această valoare se va determina cu ajutorul formulei (32), unde P_{6max} se alege mai mare decît P_6, pe care trebuie să-l realizeze de fapt ejectorul. Avînd în vedere că se lucrează în cadrul acestei probleme numai în domeniul aburului supraîncălzit, se va lua $x = 1{,}3$.

Rezolvarea ecuației (32) se poate executa mai ușor pe cale grafică, dîndu-se lui u valorile următoare : $u = 0{,}5$; $1{,}0$; $1{,}5$; $2{,}0$. Valorile obținute în ecuația (32) pentru $P_{6\,max}$ se trec apoi într-un grafic, de unde se alege valoarea convenabilă a lui u.

Din acest grafic rezultă că valoarea cea mai mare a lui u, compatibilă cu condițiunea impusă ejectorului, este $u = 1{,}0$. In consecință amestecul celor doi curenți de abur va da mărimile de stare : $w_A = 398{,}0$ m/s, $v_A = 0{,}3943$ m³/kg, $\Delta i_A = (1 - \varphi_2^2).A.w_A^2/2g = 1{,}12$ kcal/kg, $\Delta s_A = 0{,}00224$ kcal/kg.grd, $i_A = 682{,}12$ kcal /kg, $s_A = 1{,}6818$ kcal/kg. grd.

Avînd în vedere că debitul total de abur necesar instalației este de 1800 kg/h, rezultă $G_1 = G_2 = 900$ kg/h $= 0{,}25$ kg/s.

Viteza w_A e mai mică decît viteza sunetului în abur, care este aproximativ de 540 m/s, deci difuzarea care urmează camerei de amestec se va comporta ca un tub Venturi, adică presiunea va scădea la micșorarea secțiunii și va crește la mărirea ei.

La ieșirea din difuzor aburul trebuie să aibă presiunea de $P_6 = 80\,000$ kg/m². Dacă comprimarea de la presiunea $P_A = 55\,000$ kg/m² pînă la P_6 s-ar face izentropic, creșterea de entalpie ar fi de 704,2—682,1 = 22,1 kcal/kg. Comprimarea se face însă cu coeficientul de pierderi $\varphi_3 = 0{,}975$, așa că se mai produce o creștere de entalpie

$$\Delta i_6 = (1 - \varphi_3^2)\ 22{,}1 = 1{,}1 \text{ kcal/kg}$$

și de entropie

$$\Delta s_6 = 1{,}1 + 0{,}002 = 0{,}0022 \text{ kcal/kg. grd.}$$

Entalpia finală va fi deci $i_6 = 705{,}3$ kcal/kg, entropia finală $s_6 = 1{,}6840$ kcal/kg. grd. Volumul specific corespunzător va fi atunci $v_6 = 0{,}3001$ m³/kg.

Viteza din secțiunea A_6 va fi dată de formula :

$$w_6 = \varphi_3 \cdot \sqrt{w_A^2 - 2g \cdot \frac{x}{x-1} \cdot P_6 \cdot v_6 \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_6}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]}. \quad (59)$$

Aplicînd formula (59) pentru cazul de mai sus, se obține :

$$w_6 = 0{,}975 \cdot \sqrt{398^2 - 19{,}62 \cdot \frac{1{,}3}{0{,}3} \cdot 80\,000 \cdot 0{,}3001 \left[1 - \left(\frac{55000}{80000}\right)^{\frac{0.3}{1{,}3}}\right]} = 0{,}975 \cdot \sqrt{158404 - 169200}$$

deci o valoare imaginară. De aici rezultă, că valoarea coeficientului de injecție aleasă a fost prea mare.

Incercînd cu $u = 0{,}8$, se obțin următoarele rezultate :

$$w_A = 421 \text{ m/s}, \; v_A = 0{,}3955 \text{ m}^3/\text{kg},$$

$$\Delta i_A = 0{,}0591 \cdot \frac{177241}{8380} = 1{,}25 \text{ kcal/kg},$$

$$\Delta s_A = 0{,}0025 \frac{\text{kcal}}{\text{kg.grad}}, \; i_A =$$

$$= 681{,}8 \text{ kcal/kg}, \; s_A = 1{,}6835 \text{ kcal/kg. grad}.$$

Prin comprimarea izentropică pînă la P_6 se obține o creștere de entalpie de 704,8—681,8 = 23 kcal/kg. Comprimarea reală produce însă o creștere de entalpie suplimentară $\Delta i_6 = 1{,}15$ kcal/kg, deci o creștere de entropie. $s_6 = 1{,}6858$ kcal/kg.grad, deci $v_6 = 0{,}3013$ m³/kg.

Viteza în secțiunea A_6 va fi atunci

$$v_6 = 0{,}975 \sqrt{421^2 - 19{,}62 \frac{1{,}3}{0{,}3} \cdot 80\,000 \cdot 0{,}3013 \cdot 0{,}083} = 82 \text{ m/s}.$$

Rezultă deci că valoarea lui u a fost aleasă acum puțin prea mică. Se rămîne însă la această valoare. Debitele prin ejector vor fi acum

$G_1 = 1000$ kg/h $= 0{,}278$ kg/s și $G_2 = 800$ kg/h $=$ $= 0{,}222$ kg/s.

Diferitele secțiuni ale ejectorului vor fi :

$$A_1 = \frac{0{,}278 \cdot 0{,}365}{539} = 0{,}0001882 \text{ m}^2 \quad D_1 = 0{,}0154 \text{ m}$$

$$A_2 = \frac{0{,}278 \cdot 0{,}4006}{586{,}3} = 0{,}000\,190 \text{ m}^2 \quad D_2 = 0{,}0156 \text{ m}$$

$$A_3 = 0{,}000\,201 + \frac{0{,}222 \cdot 0{,}388}{186} =$$

$$= 0{,}000\,664 \text{ m}^2 \quad D_3 = 0{,}0029 \text{ m}$$

$$A_5 = \frac{0{,}5 \cdot 0{,}647}{450} = 0{,}000\,719 \text{ m}^2 \quad D_5 = 0{,}0303 \text{m}$$

$$A_6 = \frac{0{,}5 \cdot 0{,}3013}{82} = 0{,}001\,839 \text{ m}^2 \quad D_6 = 0{,}0484 \text{ m}.$$

In fig. 9 se vede schema acestui ejector, care are un caracter mixt. Lungimile corespunzătoare au fost calculate cu formulele (36 *a*), (37) și (38), obținînd : $L_{12} = 7{,}1$mm $L_{35} = 1{,}8$ mm, și $L_{56} = 86{,}1$ mm.

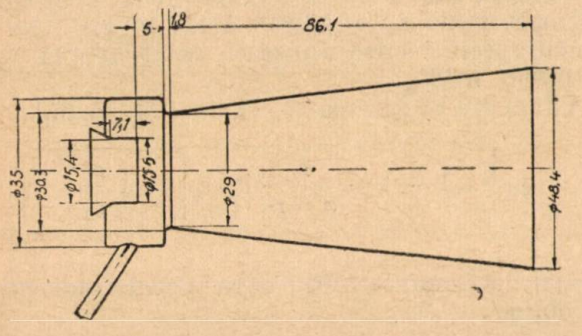


Fig. 9. Schema ejectorului de abur cu jet calculat în exemplu numeric.

8. Ejectorul pentru condensator

Acest ejector a fost amplu studiat de V. P. Bliudov [3]. El are menirea de-a evacua din condensator aerul infiltrat simultan cu aburul prin neetanșeitățile turbinei și în special prin labirinții de la partea de presiune joasă, sau ale condensatorului și conductelor sale de abur. Avînd în vedere că în aval de turbină, ca și în condensator, presiunea este mult mai mică decît cea atmosferică, infiltrațiile de aer nu pot fi împiedecate. După valori practice, obținute la condensatoarele moderne, debitul de aer de evacuat din condensator va fi de circa

$$G_{aer} = 3 + 4{,}5 \cdot \left(\frac{D_c}{10\,000}\right)^{0.9} \text{ kg/h} \qquad (60)$$

unde D_c kg/h este debitul de abur, care trece prin condensator.

Bliudov recomandă pentru calculul debitului de aer de evacuat din condensator formula :

$$G_{aer}^{max} = 0{,}5 \cdot D_c + 1{,}36 \text{ kg/h} \qquad (61)$$

unde D_c se ia în tone pe oră.

Evacuarea aerului se face împreună cu partea de abur rămasă necondensată pînă la ajungerea acestuia în dreptul prizei de aer. Ca mediu antrenant se utilizează aproape totdeauna abur cu presiunea minimă, la care funcționarea turbinei mai este posibilă, pentru a asigura astfel funcționarea ajectorului și în cazul acesta defavorabil. Acest abur se ia fie de la cazan, reducîndu-se în mod corespunzător, fie de la o priză a turbinei.

Ejectoarele pentru condensatoare se construiesc de obicei cu două etaje, din cauza intervalului mare de presiuni în care lucrează. Dacă P_0' este presiunea din condensator, P_2 este presiunea din camera de amestec a primului etaj, P_6' este presiunea finală a amestecului după primul etaj și P_6 este presiunea finală a amestecului după al doilea etaj, atunci se poate scrie :

$$P_6' = \sqrt{P_6 \cdot P_0'}, \qquad (62)$$

deci se poate aplica și în acest caz formula de la compresoarele obișnuite.

In fig. 10 se vede schema unui ejector cu două etaje și cu răcire intermediară. In ambele etaje mediul antrenant este aburul proaspăt cu aceleași mărimi de stare inițiale. După fiecare comprimare, amestecul este trecut printr-un condensator. Primul condensator va lucra la presiunea P_6', pe cînd al doilea va lucra la presiunea P_6, care-i puțin superioară celei

atmosferice. Astăzi şi aceste condensatoarese construiesc de tipul „de suprafaţă" ca şi cele principale.

Presiunea P_2 din camera de amestec a primului etaj se alege astfel încît în această cameră

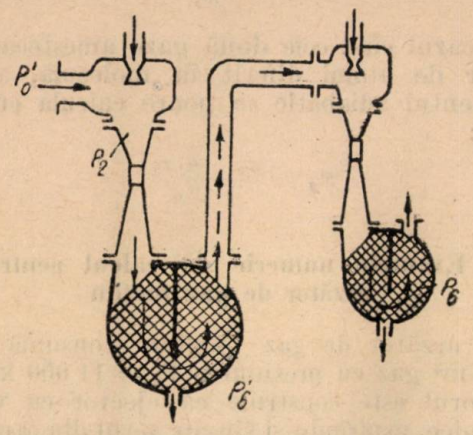


Fig. 10. Schema unui ejector cu abur cu două etape.

să existe o presiune mai scăzută decît presiunea din condensatorul principal P_0'. Experienţele au arătat că, pentru evacuarea aerului cu ajutorul unui ejector cu două etaje, este necesar cca 0,5...1,5% abur antrenant din totalul de abur condensat. Aceste limite pot servi ca ghid pentru ca numărul tatonărilor necesare la determinarea lui u să fie mai mic. Consumul total de abur al ejectoarelor duble poate fi împărţit aproximativ în mod egal între cele două etaje, dacă se respectă relaţia (62).

Urmărirea destinderii aburului antrenant pînă în camera de amestec se poate face în diagrama *i-s*. De aici însă această urmărire nu se mai poate face decît analitic, din cauza amestecului de abur şi aer. Amestecarea se face şi în acest coz, în mod adiabatic, aşa că nu se face cu creştere de entropie datorită difuziunii.

Pentru exponentul politropic se poate lua o valoare dată de formula

$$\frac{P}{n-1} = \frac{P_v}{n_v-1} + \frac{P_a}{n_a-1}. \qquad (63)$$

unde P este presiunea totală a amestecului, P_v este presiunea parţială a aburului, P_a este presiunea parţială a aerului în amestec, n este exponentul politropic al amestecului, n_v al aburului ($n_v = 1{,}3$ pentru abur supraîncălzit, sau $n_v = 1{,}035 + 0{,}1\ x$ pentru abur saturat umed sau uscat), iar n_a este exponentul adiabatic pentru aer ($n_a = 1{,}4$). Ceea ce este mai greu de determinat, este valoarea lui P_a şi P_v, deoarece nu se cunoaşte cantitatea de abur antrenată deodată cu aerul din condensator, cu atît mai mult cu cît această cantitate variază şi cu temperatura apei de răcire. Bliudov [3] admite arbitrar că aburul reprezintă cca 40% din totalul amestecului evacuat din condensator. La calculul lui P_a şi P_v se va avea în vedere şi participarea aburului antrenant în amestecul format în ejector.

Presiunile parţiale din camera de amestec şi din restul ejectorului, în avel de camera de amestec, se pot calcula cu formulele :

$$\frac{P_v}{P} = 1 - \frac{V_a}{V_{1v}\cdot(1+u)} \qquad (64)$$

şi

$$\frac{P_a}{P} = \frac{V_a}{V_{1v}\,(1+u)} \qquad (65)$$

unde V_a este debitul volumetric de aer aspirat, iar V_{1v} este debitul volumetric de abur antrenant, ambele fiind exprimate în aceleaşi unităţi. $V_a = G_a/\gamma_a$ şi $V_{1v} = G_v/\gamma_v$, unde γ_a şi γ_v se iau la condiţiile din camera de amestec.

Avînd în vedere vitezele de scurgere mai mari din ejectorul pentru condensatoare, se vor adapta şi coeficienţii de viteză mai mici. Astfel Bliudov [3] recomandă : $\varphi_1 = 0{,}92$, $\varphi_2 = 0{,}97$ şi $\varphi_3 = 0{,}92$.

Restul calculelor se conduce ca şi la ejectoarele cu gaze reale şi nu prezintă nimic deosebit. Dacă G_a e mic faţă de G_v şi poate fi neglijat, astfel încît exponenţii adiabatici să fie $n = n_v$, atunci şi procesul comprimării poate fi urmărit în diagrama *i-s*, cum s-a făcut la ejectorul pentru abur.

9. Ejectorul cu viteze subsonice

Ejectorul cu viteze subsonice (fig. 2) constă dintr-un ajutaj convergent şi o cameră de amestec terminată cu un ajutaj convergent-divergent (difuzor). Ajutajul convergent serveşte la crearea depresiunii necesare aspiraţiei fluidului antrenat şi la producerea energiei cinetice necesare antrenării. Aceste ejectoare servesc la antrenarea unui fluid care are de învins o diferenţă mică de presiune, cu ajutorul altui fluid. Vitezele în tot lungul ajutajului fiind subsonice, se vor aplica formulele de calcul de la fluidele incompresibile sau puţin compresibile.

Dacă P_0, v_0, şi T_0 sînt mărimile de stare ale fluidului antrenant înainte de destindere şi P_1 este presiunea dorită în camera de amestec, atunci viteza se poate calcula cu formula aproximativă

$$w_1 = \varphi_1\cdot\sqrt{2g\cdot(P_0 - P_1)\cdot v_0} \qquad (66)$$

sau cu formula exactă

$$w_1 = \varphi_1\cdot\sqrt{2g\cdot\frac{x}{x-1}\cdot P_0\cdot v_0\cdot\left[1-\left(\frac{P_1}{P_0}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]} \qquad (67)$$

Diferenţa dintre cele două rezultate depinde de raportul $P_0/P_1 = a$ şi de exponentul x. Pentru valori ale lui a mai mici decît 1,3 diferenţa dintre cele două rezultate este foarte mică, aşa că se preferă să se calculeze cu formula aproximativă (66).

Volumul specific al gazului antrenant la ieşirea din ajutajul convergent va fi

$$v_1 = v_0\cdot\left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{1/x}. \qquad (68)$$

Secțiunea minimă a ajutajului convergent va fi deci

$$A_1 = \frac{G_1 \cdot v_1}{w_1} \text{ [m}^2\text{]}. \tag{69}$$

Viteza de intrare a gazului antrenat în camera de amestec este dată de formula

$$w_0'' = \varphi' \sqrt{2g \cdot (P_0' - P_1) \cdot v_0'} \tag{70}$$

unde P_0', v_0' și T_0' sînt mărimile de stare ale gazului antrenat.

Viteza rezultantă după amestec va fi

$$w_A = \varphi_2 \cdot \frac{w_1 + u \cdot w_0''}{\psi_1 \cdot (1 + u)} \text{ [m/s]} \tag{71}$$

iar volumul specific

$$v_A = \frac{v_1 + u \cdot v_0'}{1 + u} \text{ [m}^3\text{/kg]}. \tag{72}$$

In secțiunea cea mai strangulată a difuzorului se obține o creștere a vitezei, care are ca efect ameliorarea amestecului celor două gaze, iar la ieșire se va obține : presiunea P_6, viteza w_6, volumul specific v_6 și temperatura T_6.

Presiunea maximă, care se poate atinge teoretic la gura difuzorului, este

$$P_{6\,max} = P_1 + \frac{w_A^2}{2g \cdot v_6} \tag{73}$$

unde v_6 se poate lua aproximativ egal cu v_A, chiar la fluidele compresibile, fiind vorba în acest caz numai de diferențe mici de presiune. In realitate energia cinetică nu se poate transforma integral în energie potențială, deoarece ar fi necesară o secțiune de ieșire infinită, iar transformarea nu se face fără pierderi. Se poate deci scrie

$$P_6 = P_1 + \varphi_3^2 \cdot \frac{w_A^2 - w_6^2}{2g \cdot v_6} \tag{74}$$

unde w_6 este viteza cu care amestecul de gaze părăsește difuzorul, iar φ_3 este coeficientul de viteză în lungul difuzorului.

In cazul cînd se ține seama de compresibilitatea gazelor, se poate scrie

$$v_6 = v_A \cdot \left(\frac{P_1}{P_6}\right)^{1/x}. \tag{75}$$

Dacă se înlocuiește în expresia (74) valoarea lui w_A cu cea dată de formula (71), valoarea lui v_A cu cea dată de (72) și v_6 cu cea dată de formula (75), se poate obține o ecuație de gradul al doilea în u de forma următoare :

$$u^2 \cdot [2g \cdot \psi_1^2 \cdot v_0' \cdot P_1^{1/x} \cdot P_6^{-1/x} \cdot (P_1 - P_6) + \varphi_3^2 \cdot (\varphi_2^2 \cdot w_0''^2 - \psi_1^2 \cdot w_6^2)] + 2u \cdot [g \cdot \psi_1^2 \cdot P_1^{1/x} \cdot P_6^{-1/x} \cdot (v_0' + v_1) \cdot (P_1 - P_6) + \varphi_3^2 \cdot (\varphi_2^2 \cdot w_1 \cdot w_0'' - \psi_1^2 \cdot w_6^2)] + [2g \cdot \psi_1^2 \cdot v_1 \cdot P_1^{1/x} P_6^{-1/x} \cdot (P_1 - P_6) - \varphi_3^2 \cdot (\psi_1^2 \cdot w_6^2 - \varphi_2^2 \cdot w_1^2)] = 0. \tag{76}$$

Din această ecuație se poate obține valoarea lui u, care satisface condițiile impuse ejectorului. Secțiunea A_6 va fi

$$A_6 = \frac{G_1 \cdot (1 + u) \cdot v_6}{w_6}. \tag{77}$$

In cazul cînd cele două gaze amestecate au număr de atomi diferit în moleculă, atunci exponentul adiabatic se poate calcula cu formula :

$$x_A = \frac{x_1 + u \cdot x_2}{1 + u}. \tag{78}$$

10. Exemplu numeric de calcul pentru un arzător de gaz metan

Un arzător de gaz metan consumă orar 900 Nm³ gaz cu presiunea $P_0 = 11\,000$ kg/m². Arzătorul este construit ca ejector cu viteze subsonice, aspirîndu-și singur aerul din atmosferă cu presiunea de $P'_0 = 10\,000$ kg/m², cu un excedent $\lambda = 1{,}05$. Flacăra gazului trebuie să înceapă la circa 40...50 mm de la gura ejectorului. Să se determine dimensiunile principale ale ejectorului.

Pentru arderea gazului metan cu $\lambda = 1{,}05$, este necesar aerul

$$L = 1{,}05 \cdot \frac{2}{0{,}21} = 10 \text{ Nm}^3\text{/Nm}^3,$$

deci gradul de injecție va fi $u = 10$, deoarece gazul antrenant este tocmai gazul metan, iar cel antrenat este aerul.

In camera de amestec se stabilește o presiune de $P_1 = 9500$ kg/m², necesară pentru a antrena aerul. Gazul metan va trebui deci să se destindă cu 1500 kg/m². Inițial gazul metan presupunem că are temperatura $t_0 = 20°C$, deci volumul său specific va fi $v_0 = 1{,}412$ m³/kg. După destindere, volumul specific al gazului metan va fi $v_1 = 1{,}608$ m³/kg, deci volumul specific mediu va fi :

$$v_1' = \frac{1{,}608 + 1{,}412}{2} = 1{,}511 \text{ m}^3\text{/kg}$$

Viteza de la gura ajutajului convergent va fi deci

$$w_1 = \varphi_1 \sqrt{2g \cdot (P_0 - P_1) \cdot v_1'} = 0{,}975 \cdot \sqrt{19{,}62 \cdot 1500 \cdot 1{,}511} = 205{,}6 \text{ m/s}.$$

Secțiunea cea mai îngustă a ajutajului convergent va fi

$$A_1' = \frac{G_1 \cdot v_1}{w_1} = \frac{16\,900 \cdot 1{,}608}{22{,}414 \cdot 3600 \cdot 205{,}6} = 0{,}001393 \text{ m}^2$$

$$D_1 = 0{,}0421 \text{ m}$$

Viteza de intrare a aerului antrenat va fi

$$w_0'' = \varphi_1' \sqrt{2g \cdot (P_0' - P_1) \cdot v_0'} = 0{,}970 \cdot \sqrt{19{,}62 \cdot 500 \cdot 0{,}88} = 91 \text{ m/s}.$$

Viteza rezultată după amestecare va fi

$$w_A = \varphi_2 \cdot \frac{w_1 + u \cdot w_0''}{\psi_1 \cdot (1 + u)} = 0{,}96 \cdot \frac{205{,}6 + 10{,}91}{0{,}941 \cdot 11} =$$
$$= 103{,}3 \text{ m/s},$$

iar volumul specific

$$v_A = \frac{v_1 + u \cdot v_0'}{1 + u} = \frac{1{,}608 + 10 \cdot 0{,}88}{11} =$$
$$= 0{,}949 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Presiunea maximă, pe care-o poate realiza acest ejector va fi

$$P_{6max} = P_1 + \frac{w_A^2}{2g \cdot v_6}$$

unde

$$v_6 = v_A \cdot \left(\frac{P_1}{P_6}\right)^{1/x} = 0{,}949 \cdot \left(\frac{9500}{10\,000}\right)^{1/x} =$$
$$= 0{,}915 \text{ m}^3/\text{kg},$$

deoarece x_A a fost luat 1,4 din cauza valorii mari a lui u

$$P_{6\,max} = 9500 + \frac{103{,}3^2}{19{,}62 \cdot 0{,}915} = 10\,092 \text{ kg/m}^2.$$

Viteza w_6 va trebui să fie mai mare decît viteza de ardere a amestecului în atmosferă liberă. Această viteză de ardere se apreciază la 10 m/s. Dacă viteza gazului scade cu pătratul distanței de la gura ejectorului, atunci la 0,04 m de la gura ejectorului va trebui să se stabilească o viteză de 10 m/s, deci chiar la gura ejectorului viteza necesară va fi aproximativ cu 11 m/s. Presiunea reală stabilită la gura ejectorului va fi deci

$$P_6 = 9500 + 0{,}98 \cdot \frac{103{,}3^2 - 11^2}{19{,}62 \cdot 0{,}915} = 10\,075 \text{kg/m}^2.$$

Secțiunea de ieșire a difuzorului va fi

$$A_6 = \frac{G_1 \cdot (1 + u) \cdot v_6}{w_6} = \frac{16\,900 \cdot 11 \cdot 0{,}915}{22{,}414 \cdot 3600 \cdot 11} =$$
$$= 0{,}1683 \text{ m}^2$$
$$D_6 = 0{,}456 \text{ m}.$$

Secțiunea inelară de pătrundere a aerului în camera de amestec va fi

$$A_3 = \frac{10 \cdot G_1 \cdot v_0'}{w_0''} = \frac{10\ 16 \cdot 0{,}88 \cdot 900}{22{,}414 \cdot 3600 \cdot 91} =$$
$$= 0{,}01721 \text{ m}^2$$

Dacă la această secțiune se mai adaugă și A_1, plus grosimea peretelui ajutajului convergent (circa 2 mm), se obține

$$D_3 = 0{,}155 \text{ m}.$$

In secțiunea cea mai strangulată a difuzorului se admite viteza de w_5=150 m/s, deci presiunea în această secțiune va fi

$$P_5 = 9500 + \frac{103{,}3^2 - 150^2}{19{,}62 \cdot 0{,}950} = 8873 \text{ kg/m}^2,$$

deci

$$A_5 = \frac{16\,900 \cdot 11 \cdot 0{,}960}{22{,}414 \cdot 3600 \cdot 150} = 0{,}01308 \text{m}^2 \quad D_5 = 0{,}129 \text{ m}.$$

Lungimile ajutajului convergent (numit uneori și „ajutaj de lucru") vor fi :

$L_{01} = 1{,}374\ (D_0 - D_1) = 1{,}374\ (133{,}1 - 42{,}1)$
$= 125$ mm,

$L_{35} = 1{,}374\ (D_3 - D_5) = 1{,}374\ (155 - 129)$
$= 36$ mm,

$L_{56} = 4{,}757.\ (D_6 + D_5) = 4{,}757.$
$(456 - 129) = 1300$ mm.

Lungimea totală a ejectorului va fi deci de 1461 mm. In fig. 11 se vede schema acestui ejector, recalculat însă pentru „Aragaz".

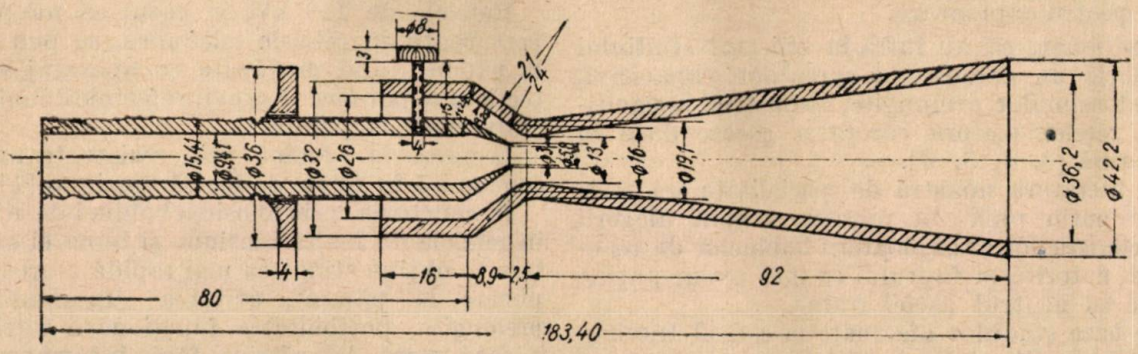


Fig. 11. Schema unui arzător de gaze.

Dacă debitul de gaz prin ejector va fi redus de 200 ori, atunci toate dimensiunile liniare ale ejectorului rezultate din calcul se vor reduce în raportul 1/200 = 0,0707, deci D_0 = 9,41 mm, D_1 = 3,0 mm, D_3 = 11 mm, D_5= 9,1 mm, D_6 = 36,2 mm, L_{01} = 8,9 mm, L_{35}= 2,54 mm, L_{56} = 92 mm, deci lungimea totală pentru debitul de 4,5 Nm³/h este de 103,2 mm.

Bibliografie

[1] * * *: Manualul Inginerului (Hütte), Ed. Tehnică, 1948.
[2] *Lojchin A. N.*: Transformatori de căldură, Ed. Tehnică de Stat, 1952.
[3] *Bliudov V. P.*: Instalațiile de condensare ale turbinelor cu abur, Editura Energetică de Stat, 1954.
[4] *Bosnjacovic*: Umezirea aburului în compresorul cu jet, Forschung auf Gebiete des Ingenieurswesens, 1940.
[5] *Wiegand*: Măsurători asupra unui ejector de abur în condiții variabile de lucru, Forschung auf dem Gebiete des Ingenierswesens, 1940.

Alegerea caracteristicilor şi funcţionarea bobinelor de stingere

Ing. L. GROZA

In articolul de faţă se dă o sinteză a fenomenelor principale electrice ce apar în cazul tratării neutrului unei reţele prin bobine de stingere. Sînt scoase în evidenţă fenomenele care influenţează alegerea caracteristicelor bobinei şi comportarea ei în exploatare. Se insistă asupra pericolelor şi foloaselor ce se pot trage din deplasarea neutrului reţelei tratat prin bobină. Se dă o diagramă de calcul a deplasării neutrului care în cazul că se cunosc mărimile caracteristice ale reţelei, poate fi folosită în practică la acordarea bobinei şi stabilirea tensiunii de deplasare a neutrului.

In studiul de faţă sînt examinate probleme electrice ce apar în reţelele cu neutrul pus la pămînt prin bobine de stingere şi care au o influenţă asupra alegerii caracteristicilor şi exploatării bobinelor.

Se examinează fenomenele electrice de bază din reţea, acordarea bobinelor şi se expun pe scurt metodele de acordare folosite la ora actuală, supratensiunile posibile şi măsuri pentru evitarea lor, insistîndu-se în special asupra acelora datorite disimetriei reţelei unde se dă o nomogramă de calcul a deplasării neutrului, factorii care influenţează alegerea treptelor de curent; se dau deasemenea cîteva date pentru exploatare.

Menţionăm că nu intră în obiectul studiului metodele de calcul ale curenţilor capacitivi, supratensiunilor prelungite, disimetriei capacitive a reţelei, asupra cărora se găsesc date în literatură [3, 4, 5, 6].

In literatura noastră de specialitate s-a scris relativ puţin pînă în prezent asupra alegerii caracteristicilor şi exploatării bobinelor de reactanţă, datorită şi faptului că încă avem puţine reţele cu neutrul astfel tratat.

Pe baza studiilor efectuate în cadrul Institutului de Studii şi Proiectări Energetice asupra tratării neutrului în reţelele de 15, 30, 35 şi 60 kV s-a pus problema alegerii caracteristicilor bobinelor de reactanţă.

Intre timp prima serie de bobine s-a pus în fabricaţie şi încurînd vor fi date în exploatare.

Este un fapt constatat din statistica defectelor în reţelele electrice aeriene că 80% dintre ele încep prin puneri la pămînt accidentale.

Urmările pe care le poate avea punerea unei faze la pămînt pot fi, pe lîngă efectele termice ale arcului electric în locul punerii la pămînt şi străpungerea izolaţiei reţelei în mai multe puncte.

Efectele dăunătoare se prezintă şi în cazul reţelelor de cabluri, datorită curenţilor capacitivi mari şi solicitării izolaţiei care duce la o îmbătrînire mai rapidă a materialului sau străpungerea indicaţiei.

Măsuri de protecţie se iau prin tratarea neutrului reţelei prin reactanţă, rezistenţă sau punerea directă la pămînt [1].

Pentru reţelele de înaltă tensiune, între 6—60 kV, se recomandă compensarea curentului capacitiv prin bobine de stingere, în cazul că valoarea curentului capacitiv al reţelei la punerea la pămînt, depăşeşte respectiv 30—5 A. S-a dovedit atît teoretic [4, 18, 19], cît şi experimental pe modele electrice, că acest criteriu nu este suficient. Pentru evitarea supratensiunilor prelungite este necesar ca bobinele să fie plasate în anumite puncte ale reţelei şi în anumit număr.

Compensarea curentului capacitiv prin transformatori Bauch sau Reithoffer prezintă soluţii mai constisitoare, deşi au o exploatare mai uşoară, putînd fi plasaţi ori unde în reţea, nefiind legaţi de neutrul transformatorilor.

Reţelele de 110 kV, în cazul că nu produc perturbaţii în reţelele telefonice, se pun direct la pămînt fiind prevăzute cu aparataj şi protecţie care pot face să se evite efectele dăunătoare ale punerii la pămînt.

Legarea la pămînt prin rezistenţe nu este economică în reţele de înaltă tensiune [1].

In concluzie, prin folosirea bobinei de stingere în reţelele de înaltă tensiune şi buna ei exploatare se obţine stingerea mai rapidă a arcului de punere la pămînt, evitarea supratensiunilor prelungite, posibilitatea funcţionării reţelei cu o fază pusă la pămînt fără întreruperea şi scăderea sarcinii pe liniile de transport.

1. Fenomenele electrice de bază într-o reţea cu neutrul tratat prin bobină

In fig. 1—5 se găsesc schemele electrice echivalente pentru cazul reţelelor cu şi fără bobină, cu punere la pămînt şi fără punere la pămînt [7, 8, 9, 10, 11].

1.1. In fig. 1 este indicat cazul reţelei ideale fără defect, cu neutrul izolat; reţeaua se consideră bine izolată, fără perditanţe. Capacitatea se consideră repartizată uniform pe lungimea reţelei, fiind deci direct proporţională cu lungimea reţelei. In schema echivalentă considerăm capacităţile concentrate într-un singur punct; din cauza simetriei capacităţilor, suma vectorială a curenţilor capacitivi se anulează. Remarcăm că curenţii capacitivi datoriţi capacităţilor între faze se anulează reciproc. In cazul punerilor la pămînt, tensiunile compuse, rămînînd la fel şi neintervenind în circuit aceşti curenţi nu-i vom mai considera în continuare decît în cazuri

speciale. Cînd vom vorbi de curenţi capacitivi şi capacităţi le vom înţelege întotdeauna faţă de pămînt.

1.2. In cazul punerilor la pămînt a unei faze (fig. 2) fazele sănătoase primesc faţă de pămînt

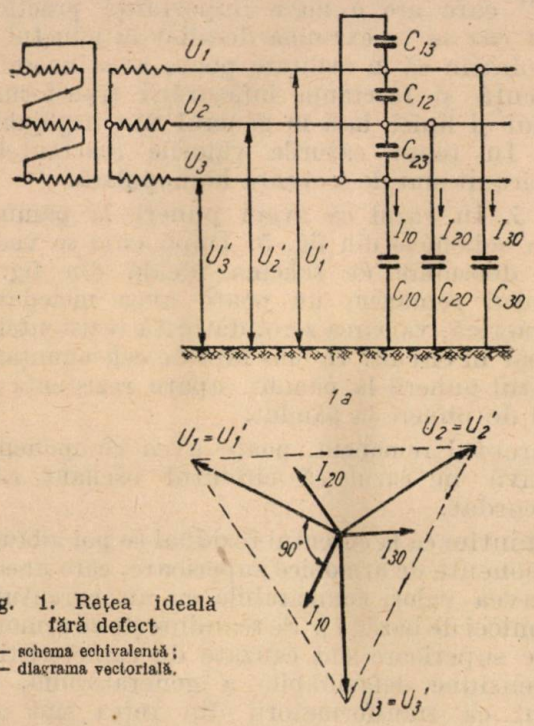


Fig. 1. Reţea ideală fără defect
1a — schema echivalentă;
1b — diagrama vectorială.

tensiunea compusă. Curentul capacitiv produs de tensiunea unei faze devine :

$$I'_{10} = \sqrt{3}\ \ I_0$$

adunînd curenţii I'_{10} şi I'_{20} vectorial şi considerînd :

$$C_{10} = C_{20} \text{ şi } U_3 = -U_0$$

obţinem relaţia :

$$I_c = 3\ \omega\ C_{10}\ U_0 \qquad (1)$$

Cu alte cuvinte, curentul capacitiv în cazul punerii la pămînt este de trei ori mai mare decît curentul capacitiv la pămînt al unei faze, şi este în avans cu 90° faţă de tensiunea neutrului U_0.

1.3. In cazul că bobina de stingere se leagă la punctul neutru (fig. 3) prin aceasta va trece

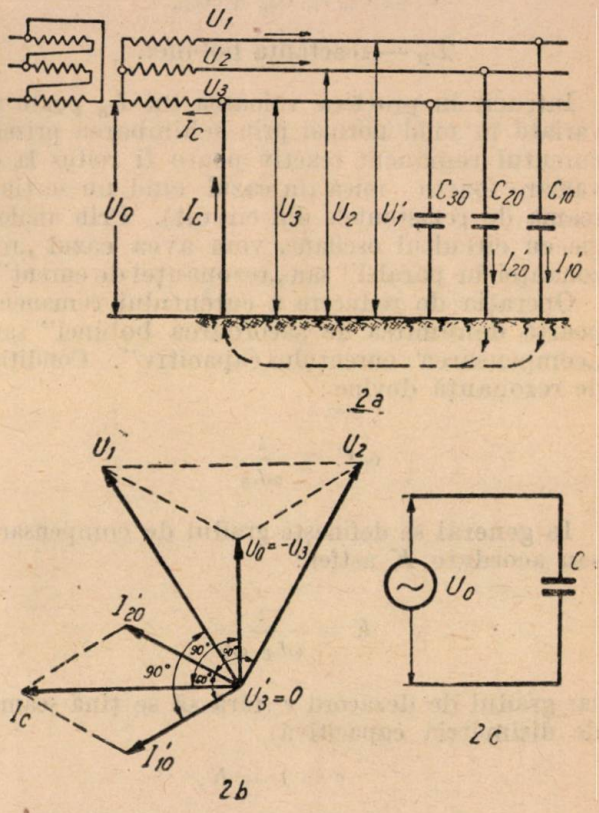


Fig. 2. Reţea cu punere la pămînt, fără bobină :
2a — schema echivalentă;
2b — diagrama vectorială;
2c — schema echivalentă redusă $C = C_{10} + C_{20} + C_{30}$.

un curent în întîrziere cu 90° faţă de tensiunea aplicată la borne, a cărui mărime depinde de reactanţa bobinei. Aceasta înseamnă în mod practic anclanşarea unei bobine paralel cu capacitatea la tensiunea neutrului, care este tocmai cazul circuitului oscilant. Valoarea curentului rezultant care este chiar curentul ce trece prin locul punerii la pămînt, devine :

$$I_r = U_0 \left(\omega\ C - \frac{1}{\omega L_B}\right) \qquad (2)$$

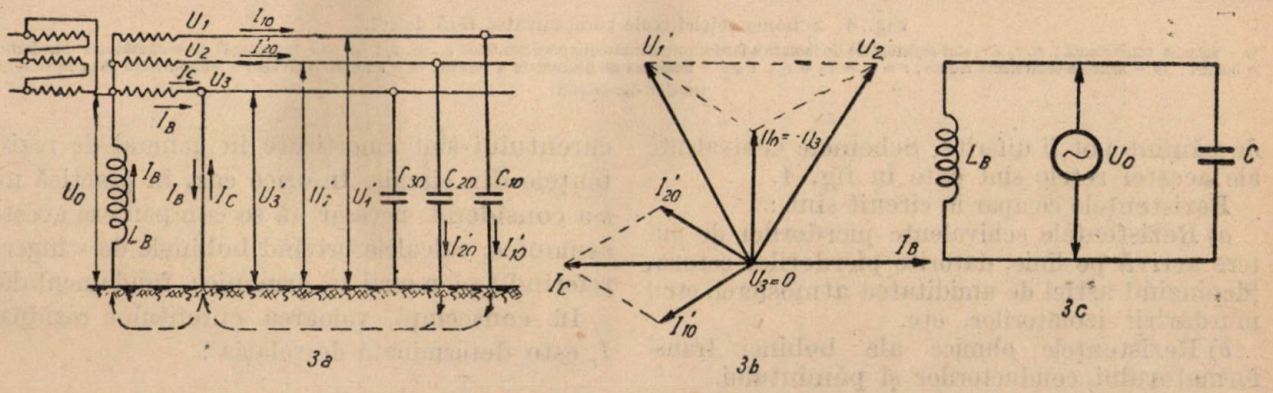


Fig. 3. Reţea cu punere la pămînt, cu bobină :
3a — schema echivalentă; *3b* — diagrama vectorială; *3c* — schema echivalentă redusă.

I_r este curentul ce trece prin locul punerii la pămînt şi poartă denumirea de curent „remanent",

$$C = C_{10} + C_{20} + C_{30}.$$

L_B — reactanţa bobinei.

Intrucît în practică valoarea lui L_B poate fi variată în mod normal prin schimbarea prizei, curentul remanent reactiv poate fi redus la o valoare foarte mică (în cazul cînd nu se ţine seama de rezistenţele din circuit). Prin analogie cu circuitul oscilant, vom avea cazul „rezonanţei în paralel" sau „rezonanţei de curent".

Operaţia de reducere a curentului remanent poartă denumirea de „acordarea bobinei" sau „compensarea curentului capacitiv". Condiţia de rezonanţă devine :

$$\omega C = \frac{1}{\omega L_B}.$$

In general se defineşte gradul de compensare sau acordare K astfel :

$$K = \frac{1}{\omega L_B \cdot \omega C}$$

iar gradul de dezacord v (fără să se ţină seama de disimetria capacitivă)

$$v = 1 - K.$$

1. 4. Intr-o reţea reală nu pot fi neglijate rezistenţele, iar capacităţile diverselor faze faţă de pămînt pot fi diferite. Schemele echivalente ale acestei reţele sînt date în fig. 4.

Rezistenţele ce apar în circuit sînt :

a) Rezistenţele echivalente pierderilor de putere activă pe linie, datorite pierderilor corona, (depinzînd astfel de umiditatea atmosferei, etc.) murdăririi izolatorilor, etc.

b) Rezistenţele ohmice ale bobinei transformatorului, conductorilor şi pămîntului.

c) Rezistenţele echivalente pierderilor în fier ale bobinei şi transformatorului.

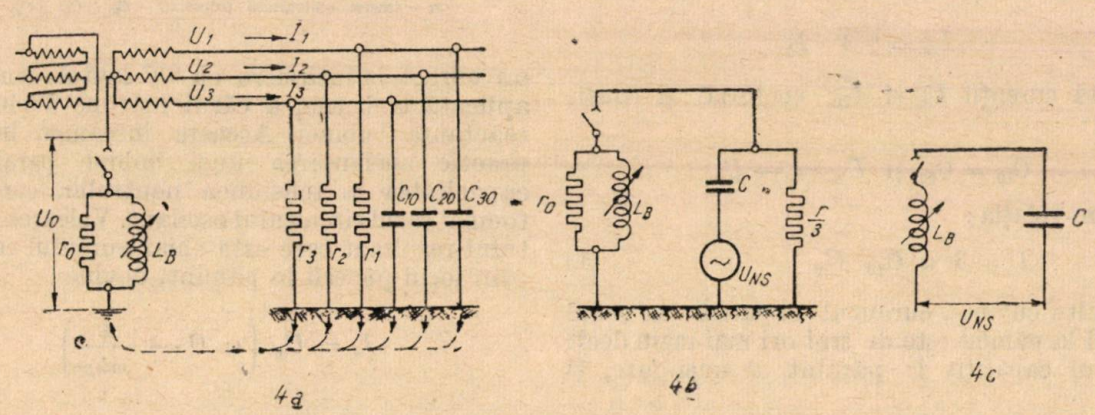
Datorită disimetriei capacităţilor liniei, neutrul ar avea o tensiune chiar şi în cazul că nu există o punere la pămînt. După cum se vede în schema echivalentă simplificată din 4c, poate în anumite condiţii apărea cazul „rezonanţei în serie" care are o mare importanţă practică. Acest caz se va examina detaliat la punctul 4.

Amintim că în realitate poate avea uneori o influenţă şi reactanţa înfăşurării transformatorului şi liniei, însă în general sînt neglijabile [13]. In toate cazurile valorile reactanţelor din circuit sînt de secvenţă homopolară.

1. 5. In cazul că avem punere la pămînt, avem schemele din fig. 5. După cum se vede, spre deosebire de schema ideală din fig. 3 curentul remanent nu poate avea niciodată, în practică, valoarea zero, datorită rezistenţelor ce apar în circuit. In plus faţă de cele enunţate, în cazul punerii la pămînt, apare rezistenţa în arcul de punere la pămînt.

Curentul remanent, poate avea componentă reactivă în cazul că circuitul oscilant este dezacordat.

Amintim că la curentul rezidual se pot adăuga componente de armonice superioare, care uneori pot avea valori comparabile cu ale curentului armonicei de bază [7]. Se reaminteşte că armonicele superioare sînt cauzate de caracteristica de tensiune defavorabilă a generatorului, de faptul că transformatorii din reţea sînt saturaţi. Ele pot avea valori mari în special în reţelele alimentate de generatori hidraulici, cu poli aparenţi şi înfăşurare de amortizare în rotor. Trebuie spus că armonicele superioare ale curentului sînt amortizate în general de rezistenţele din circuit. In orice caz, în practică nu s-a considerat necesar să se compenseze aceste armonice, calculele privind bobinele de stingere referindu-se numai la armonica fundamentală.



4a 4b 4c

Fig. 4. Schema reţelei reale compensate, fără defect.

4a – schema echivalentă ; r_1, r_2 şi r_3 sînt rezistenţele de izolare a fazelor corespunzătoare perditanţelor g_1, g_2, g_3 ; r_0 este rezistenţa corespunzătoare pierderilor în bobină ; *4b* – schema echivalentă redusă ; $r = r_1 = r_2 = r_3$; U_{NS} – tensiunea de disimetrie a reţelei ; *4c* – schema echivalentă simplificată (neglijarea rezistenţelor din circuit).

unde :

I_{ra} este componenta activă a curentului rezidual;

I_{rr} — componenta reactivă a curentului rezidual;

I_3, I_5, etc — componente armonice.

(a se vedea fig. 4, *a*, în care ne imaginăm bobina scoasă)

Aceasta poate fi scrisă astfel :

$$\dot{U}_{NS} = \dot{U}_f \cdot \dot{u}_0 \frac{1}{1 - jd} \qquad (5)$$

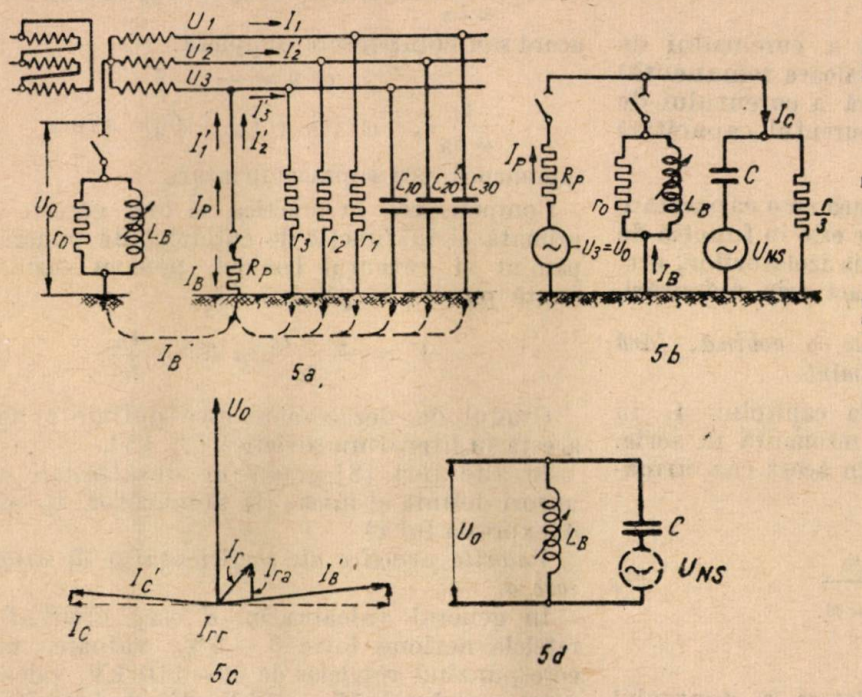


Fig. 5. Schema rețelei reale compensate, cu punere la pămînt·

5a – schema echivalentă

R_p – rezistența arcului de punere la pămînt.

I_P – curentul de punere la pămînt;

5b – schema echivalentă redusă;

5c – diagrama vectorială a curenților

I_c' – și I_r^B – curenții totali în capacitate și inductivitate ținînd seama de curenții activi;

I_r – curent remanent

I_{ra} – curent remanent activ;

I_{rr} curent remanent reactiv;

U_{NS} este practic neglijabil.

2. Deplasarea neutrului

2. 1. Cazul punerii la pămînt pe o fază.

In cazul punerii la pămînt pe o fază, tensiunea neutrului crește la tensiunea pe fază a rețelei. Prezența bobinei de stingere nu influențează în acest caz tensiunea neutrului. Acest lucru este în general valabil, excepție făcînd cazurile unei rețele disimetrice sau cu distanță mare la punctul de punere la pămînt, sau rezistența mare a arcului [3, 5]. In general se poate scrie (fig. 2) :

$$U_0 = U_f = -U_3.$$

2. 2. Cazul rețelei cu neutrul izolat.

In cazul cînd nu avem punere la pămînt pe o fază, neutrul poate fi deplasat din cauza disimetriei capacitive a rețelei. Neutrul primește în acest caz tensiunea de disimetrie a rețelei U_{NS}, a cărei formulă este :

$$\dot{U}_0 = \dot{U}_{NS} = \dot{U}_f \frac{j\omega C_1 + a^2 j\omega C_2 + a\, j\omega C_3}{j\omega(C_1 + C_2 + C_3) + \frac{3}{r}} \qquad (4)$$

unde :

U_0 este tensiunea de deplasare a neutrului;

U_{NS} — tensiunea de disimetrie;

U_f — tensiunea pe fază;

$C_{1,\ 2,\ 3}$ — capacitățile fază-pămînt

$r = r_1 = r_2 = r_3$ — inversele perditanțelor fazelor

unde :

$\dot{u}_0 = \frac{C_1 + a^2 C_2 + aC_3}{C_1 + C_2 + C_3}$ — tensiunea de disimetrie capacitivă a rețelei, relativ la tensiunea pe față.

$d = \frac{3}{r\omega(C_1 + C_2 + C_3)}$ — coeficientul de amortizare.

Adică, tensiunea de disimetrie a rețelei este în funcție de disimetria capacităților pe fază și de coeficientul de amortizare.

Observații. Cu litera mică se notează valorile tensiunii în unități relative față de tensiunea pe fază.

Tensiunea de disimetrie capacitivă U_0. Valorile acestei tensiuni sînt în general calculate pentru toate tipurile de rețele posibile [3]. Ea depinde de disimetria capacităților. Calculată după ecuațiile lui Maxwell, în rețelele aeriene fără transpoziție de faze poate avea valori cuprinse între $1 \div 20\%$ față de tensiunea pe fază. In rețele de cabluri, poate lua valori pînă la 100 % (cabluri monofazate, un singur cablu în funcțiune). Se distinge disimetria monofazată și bifazată. Ca vector, ea poate avea orice direcție.

In general se dă în procente u_0 %, față de tensiunea pe fază.

Coeficientul de amortizare *d*. Se vede uşor din formula (5), cu cît *d* este mai mare, tensiunea de disimetrie scade. El mai poate fi scris:

$$d\% = \frac{g_1 + g_2 + g_3}{\omega(C_1 + C_2 + C_3)} \cdot 100 = \frac{I_r}{I_c} \cdot 100 \qquad (6)$$

unde:

I_r este componenta activă a curentului de punere la pămînt (valoare remanentă)

I_c — componenta reactivă a curentului de punere la pămînt (curentul capacitiv)

g — perditanţa pe faze.

Valorile lui *d* depind la o reţea cu o capacitate dată de perditanţa liniei, care este în funcţie de pierderile corona, de curăţenia izolatorilor, etc. Valorile lui se obţin mai exact prin măsurări.

2. 3. *Cazul reţelei prevăzute cu bobină, fără punere la pămînt*

După cum s-a amintit la capitolul 4, în acest caz avem un circuit de rezonanţă în serie.

Deplasarea neutrului are în acest caz următoarea expresie:

$$\dot{u} = \frac{\dot{U}_0}{\dot{U}_f} = \frac{\dot{u}_0}{v - jd} \qquad (7)$$

unde:

$\dot{U}_0$ este tensiunea de deplasare a neutrului

$\dot{u}$ — tensiunea de deplasare a neutrului în unităţi relative faţă de tensiunea pe fază V_f,

$\dot{u}_0$ — tensiunea de disimetrie capacitivă,

$V = 1 - \frac{1}{\omega^2 L_B(C_1 + C_2 + C_3)}$ = gradul de desacordare (8)

$d = \frac{1}{R\,\omega\,(C_1 + C_2 + C_3)}$ = coeficientul de amortizare (9)

unde: $R = \frac{1}{r_0} + \frac{3}{r}$ (fig. 4.).

Cu alte cuvinte tensiunea de deplasare a neutrului este în funcţie de tensiunea de disimetrie capacitivă a liniei, de gradul de desacordare şi de coeficientul de amortizare.

Gradul de desacordare K ţinînd seama de disimetria capacitivă. Pentru o anumită reţea dată, reactanţa bobinei fiind o variabilă, putem scrie.

$K = \frac{1}{\omega L_B\,\omega(C_1 + C_2 + FC_3)}$ = gradul de compensare (10)

Deci: gradul de desacord poate fi scris:

$$v = 1 - k.$$

Distingem următoarele trei cazuri:

a) $v = +$

$\frac{1}{\omega L_B} < \omega\,(C_1 + C_2 + C_3)$, avem subacordul sau subcompensare

b) $v = O$

$\frac{1}{\omega L_B} = \omega\,(C_1 + C_2 + C_3)$ avem acord sau compensare completă.

c) $v = -$

$\frac{1}{\omega L_B} > \omega\,(C_1 + C_2 + C_3)$ avem supraacord sau supracompensare.

Compensarea în practică se mai găseşte exprimată şi în funcţie de curentul de punere la pămînt şi curentul bobinei, pentru cazul că există punere la pămînt.

$$V = \frac{I_C - I_B}{I_C} \text{ şi } K = \frac{I_B}{I_C}. \qquad (10)$$

Gradul de dezacordare este definit în felul acesta în literatura sovietică [3, 15].

In alte ţări [8] gradul de desacordare este uneori definit şi invers (la numărător $I_B - I_C$, în expresia lui *v*)

Valorile practice ale coeficientului de amortizare d.

In general valoarea lui *d* este cuprinsă la reţelele aeriene între 3 ÷ 5%, valoarea mică corespunzînd reţelelor de 60—110 kV, valoarea mare reţelelor de 15 — 35 kV, atingînd maximum de 10% pe timp umed şi la izolatori murdari.

La reţelele de cabluri valorile sînt cuprinse între 2 ÷ 4%, atingînd maximum de 10%.

In literatură se mai găsesc indicate următoarele valori [5]:

Tabela 1

Tensiunea	Felul reţelei	I_C în A	d%	Observaţii
6	cablu	20,5	9,5	reţele orăşeneşti
30	,,	450	4,5	,,
30	,,	2 800	3,5	,, (Berlin)
10	linie aeriană	6,5	11	—
25	,,	3	12	—
25	,,	9	8	—
25	,,	10 ÷ 45	14 ÷ 10	—
50	,,	7	9,5—13	—
110	,,	22—54	3,75—4,75—3,3	—
110	,,	70	4,3	—

Asupra componenţei curentului remanent activ se dă [16] următoarea localizare în circuit:

Tabela 2

1. Perditanţe în linie	1,5 ÷ 5%
2. Pierderi în fier, în bobină	0,5%
3. Rezistenţa liniei şi a pămîntului	0,5 ÷ 5%
4. Pierderi în cupru în bobină	1,5%
5. Priză de punere la pămînt a bobinei	1 %
Total	5 ÷ 13%

2. 4. *Diagrama deplasării neutrului.*

In expresia (7) se poate demonstra că pentru un anuitm *d*, vectorul tensiunii neutrului variază pe

un cerc ce trece prin punctul neutru. Valoarea absolută a lui u :

$$u = \frac{u_j}{\sqrt{v^2 + d^2}} \cdot \qquad (11)$$

Valoarea maximă se obține pentru $v = 0$ (acord perfect) și este egală cu :

$$U_{o\,max} = \frac{U_{NS}}{d} = U_{NS} \cdot \frac{I_C}{I_R} \cdot$$

Cunoscînd pe d și direcția lui $\dot{U}_{NS}$ și U_{omax} se poate construi diagrama pentru deplasarea neutrului. Scara normală pentru gradul de compensare se construiește pe perpendiculara pe U_{omax}, $V = 100\,\%$ corespunzînd unei distanțe $U_{omax}\frac{100}{d}$. Subcompensarea merge în sensul acelor de ceasornic [5].

In practică se măsoară tensiunea de disimetrie a rețelei $\dot{U}_{NS}$ fără bobină și coeficientul de amortizare d, după care se poate construi diagrama.

Valoare practică poate avea factorul :

$$f = \frac{1}{d} = \frac{I_C}{I_R}$$

denumit uneori factor de amplificare [13]. Acesta înmulțit cu tensiunea de disimetrie U_{NS}

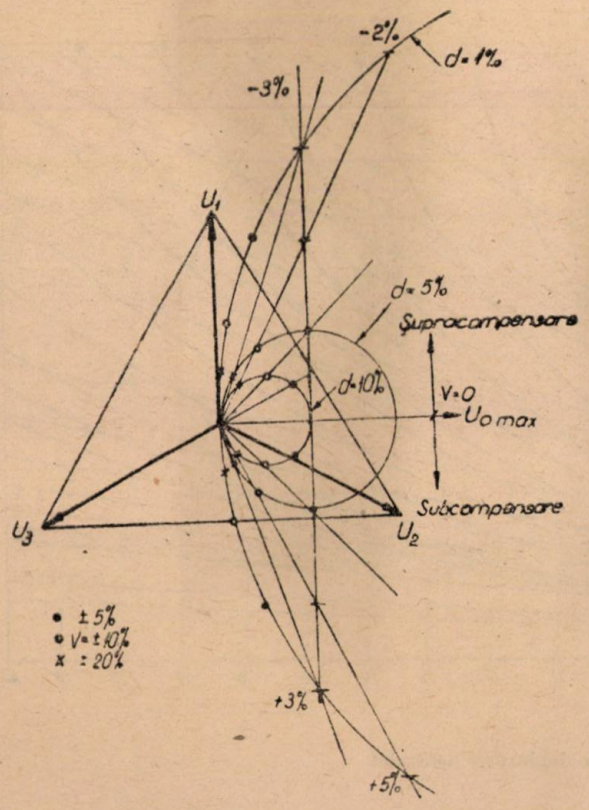


Fig. 6. Construcția diagramei vectoriale a deplasării neutrului pentru diferiți coeficienți de amortizare d, pentru o anumită tensiune de disimetrie U_{NS} ($U_{NS} = 4{,}3\,\%$)

ne dă valoarea tensiunii maxime a neutrului în caz de rezonanță.

Exemplu. Considerăm o rețea avînd tensiunile pe fază $\dot{U}_1$, $\dot{U}_2$, $\dot{U}_3$. Din măsurarea tensiunii de deplasare a neutrului U_{NS} ca mărime și ca direcție și prin cunoașterea coeficientului de amortizare d, se poate trasa U_{max}, pe care să-l considerăm cu aceiași direcție pentru diverși d.

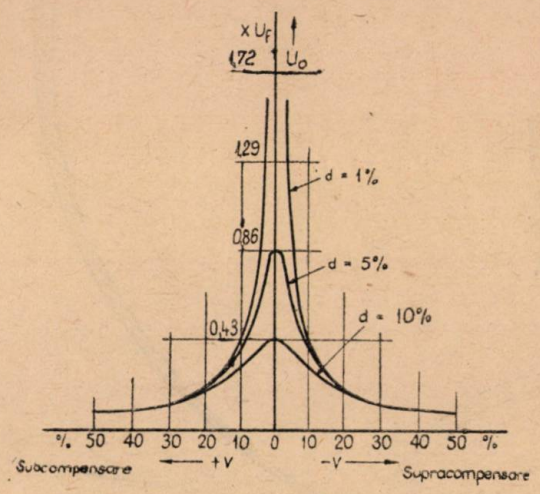


Fig. 7. Curba deplasării neutrului în funcție de gradul de compensare V, pentru valorile din fig. 6.

Trasăm cercurile pentru $d = 1\,\%$, $5\,\%$ și $10\,\%$.

Perpendicular pe diametrul cercului pentru $d = 10\,\%$ trasăm o scară a lui v (desacordul) în procente. Pentru $v = 100\,\%$ avem cazul $L_B = \infty$, deci direcția și mărimea lui U_{NS}, care se obține luînd în josul punctului $v = 0$ de 10 ori valoarea U_{max}.

Intrucît scara gradului de desacord v depinde de d, fiecărui cerc îi corespunde o altă împărțire.

In fig. 7 sînt trecute valorile absolute ale lui v în funcție de desacord pentru diverși coeficienți de amortizare

3. Diagrama de calcul a deplasării neutrului

In fig. 8 este dată o nomogramă de calcul a deplasărilor neutrului pentru diverse grade de compensare cînd sînt date :

a) *Coeficientul de amortizare* d al rețelei sau valoarea inversă a acestuia, factorul de amplificare f

$$f = \frac{1}{d} = \frac{I_C}{I_R}$$

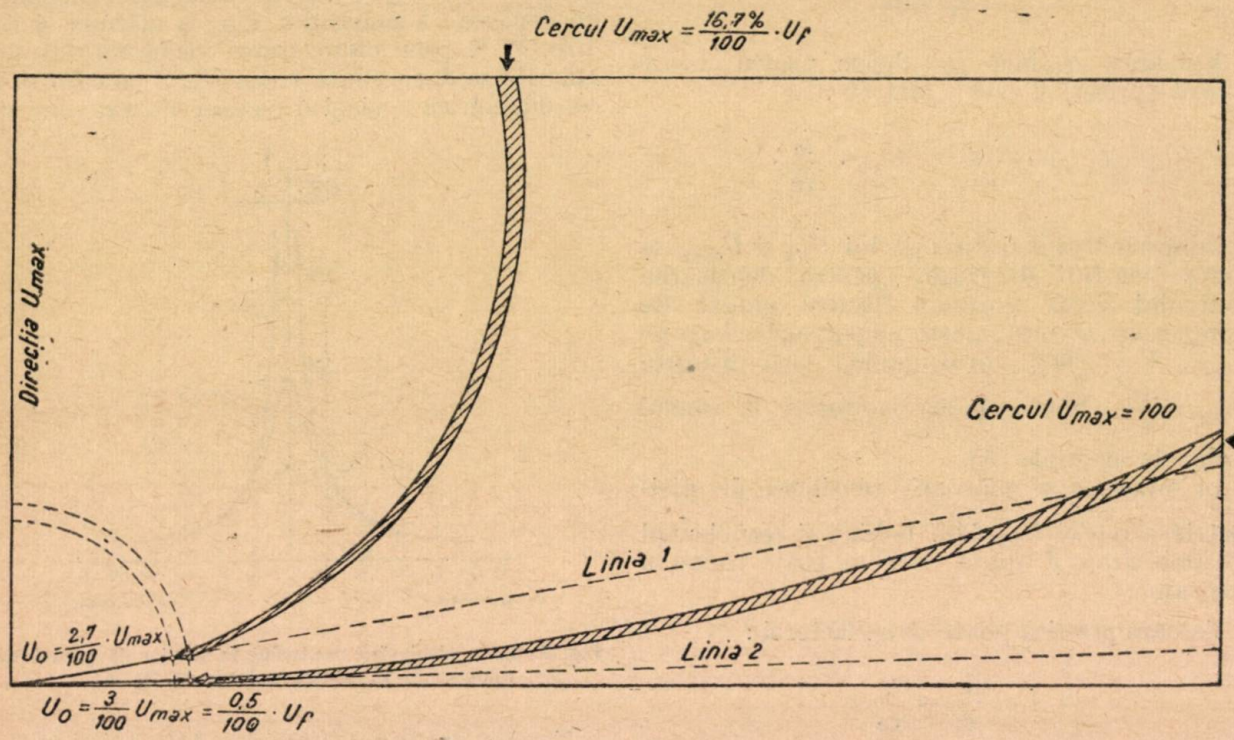
unde :

I_C — curentul capacitiv de punere la pămînt ;

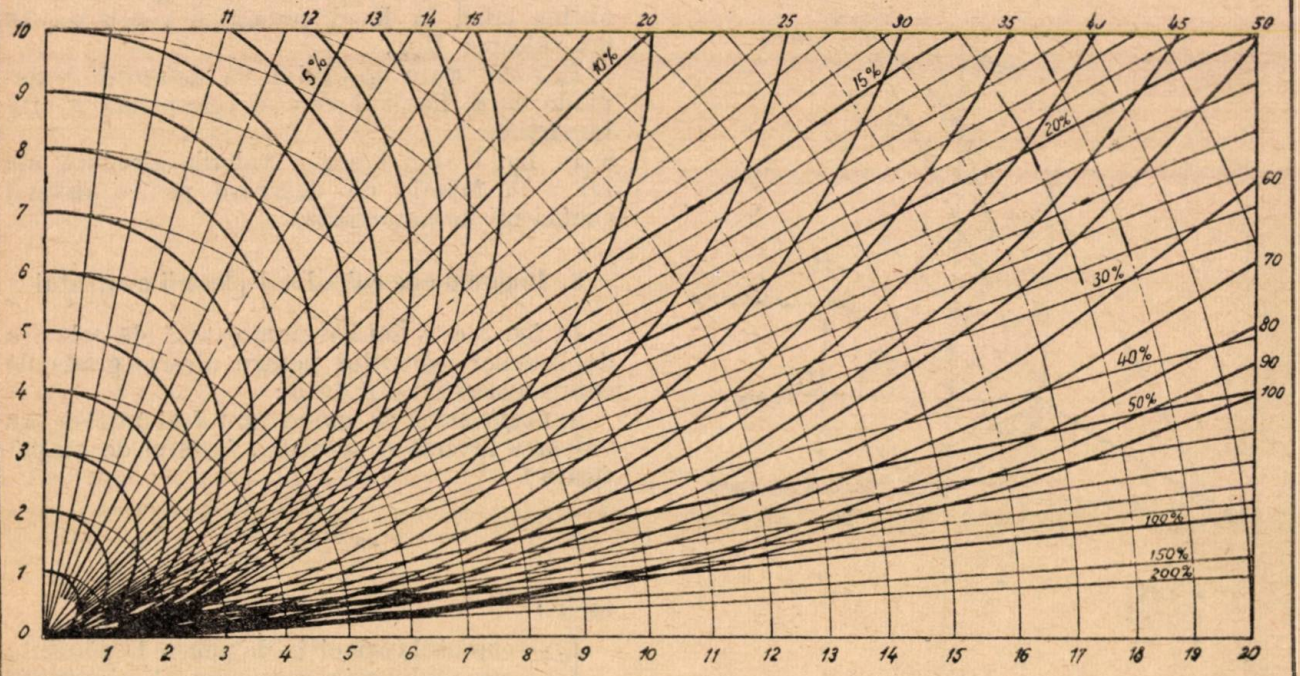
I_R — curentul activ remanent al circuitului de punere la pămînt, datorită perditanței rețelei și celorlalte pierderi active din circuit.

b) *Tensiunea de disimetrie a rețelei* U_{NS}.

Aceste valori se obțin în general prin măsurări [3, 5]. Remarcăm că în acest calcul nu se ține seama de saturație.



a)



b)

Fig. 8. Diagrama de calcul a deplasării neutrului.

Din această nomogramă se poate extrage orice valoare a tensiunii de deplasare a neutrului pentru rețelele ivite în practică.

Construcția diagramei. Diametrul cercurilor tangente în origină la abscisă reprezintă valoarea tensiunii de deplasare maximă a neutrului, pentru cazul compensării 100% ($K = 100\%$, $V = 0$).

Intersecția dreptelor ce pleacă din origine cu un cerc oarecare prezintă tensiunea neutrului; înclinarea lor crescîndă față de ordonată reprezintă un desacord crescînd. In diagramă gradarea lor s-a făcut luînd un factor de multiplicare de bază, $f = 10$ adică $d = 10\%$.

Folosirea diagramei. In practică, plecînd de la un coeficient de amortizare d și o tensiune de disimetrie cunoscută U_{NS} caracteristice unei rețele date se procedează în felul următor:

a) Se stabilește factorul de multiplicare $f_x = \frac{1}{d_x}$ ($d = 3 \div 15\%$), deci: $f = (33{,}3 \div 6{,}66)$.

b) Se stabilește scara compensării, înmulțind scara de bază cu factorul:

$$C = \frac{f_b}{f_x} = \frac{10}{f_x}$$

c) Se alege un cerc oarecare pentru $U_{max} = U_{NS}$. Intersecția dreptei corespunzătoare gradului de compensare cu cercul respectiv, reprezintă atît ca mărime, cît și ca direcție, tensiunea de deplasare a neutrului. Direcția se obține față de tensiunea de deplasare maximă, sau față de tensiunea de deplasare a neutrului fără bobină, pentru $v = 100\%$.

Luînd sensul normal de rotație al vectorilor, nomograma reprezintă valorile pentru subcompensare ($v = +$) valorile corespunzînd ca mărime și pentru supracompensare, ($v = -$) direcția vectorului se va considera însă rotită în sens invers față de ordonată.

Observăm că tensiunea de deplasare pentru o subcompensare $v = 100\%$ ($I_B = 0$) corespunde deplasării neutrului fără bobină.

Exemplu de calcul (fig. 8 a)

O rețea aeriană de 60 kV, avînd $d = \frac{I_R}{I_C} = 0{,}03$ și tensiunea de disimetrie $U_{NS} = 173{,}5$ V $= 0{,}5\%$ din tensiunea pe fază. Se caută tensiunea de deplasare a neutrului pentru o compensare 120% ($K = 120\%$, $v = -20\%$)

$$f = \frac{100}{3} = 33{,}3 \quad U_{max} = 0{,}5.33{,}3 = 16{,}7\% = 3{,}8 \text{ kV}$$

$$c = \frac{10}{3{,}33} = 0{,}3.$$

Se citește pe dreapta $\frac{20}{0{,}3} = 66{,}6\%$

$U_0 = 2{,}7\% = 0{,}62$ kV

Alegîndu-se cercul potrivit, se poate citi fie în kV, fie în procente. Verificînd tensiunea de deplasare a neutrului fără bobină adică $v = +100\%$ alegîndu-se cercul 100, pe scara $\frac{100}{0{,}3} = 333$ se obține 3% din 16,7% adică 0,5% din tensiunea pe fază. Dreapta respectivă corespunde și direcției tensiunii de deplasare a neutrului U_{NS}.

Datorită circuitului de rezonanță în serie ce apare în cazul că nu există punere la pămînt în rețeaua avînd neutrul tratat cu bobină de stingere, pot avea loc, în anumite împrejurări supratensiuni, care depind de tensiunea de disimetrie capacitivă și de coeficientul de amortizare al rețelei.

Prin alegerea unui dezacord acestea pot fi reduse la valori mici; în general se preferă să se ajungă sub 50% [3] din tensiunea pe fază, pentru a avea posibilitatea de deconectare a bobinei cu ajutorul separatorului. Valoarea tensiunii de deplasare a neutrului după cum se va vedea la punctul 5, se reduce pentru valori mai mari din cauza saturației miezului de fier al bobinei. Prin reducerea reactanței L_B, saturația contribuie în plus la obținerea unei supracompensări suplimentare.

4. Alegerea curbei de magnetizare.

După cum s-a văzut la punctul 2, gradul de compensare este definit astfel:

$$K = \frac{I_B}{I_C} = \frac{1}{\omega L_B \cdot \omega C}$$

unde:

$$C = C_1 + C_2 + C_3.$$

sînt posibile trei cazuri:

$\omega L_B > \frac{1}{\omega C}$ subcompensare

$\omega L_B = \frac{1}{\omega C}$ compensare perfectă

$\omega L_B < \frac{1}{\omega C}$ subcompensare

Pentru a obține o compensare pefectă, în cazul cînd C variază (se anclanșează sau se declanșează anumite porțiuni de rețea), va trebui variat L_B. In practică aceasta se obține fie variînd numărul de spire al bobinei, fie variînd rezistența circuitului magnetic.

Pentru o anumită tensiune la bobină U, avem relația:

$$U = c_1 \, n. \, V \qquad (11)$$

unde:

c_1 este o constantă
n — numărul de spire;
B — inductivitatea

Pe de altă parte:

$$U = I_B \, \omega \, L_B \qquad (12)$$

Pentru circuitul magnetic, format din straturi de fier şi material izolant, avem :

$$I \cdot n\sqrt{2} = H_{Fe}\ l_{Fe} + H_0 l_0 = \frac{B}{\mu_{Fe}}\ l_{Fe} + \frac{B}{\mu_0} l_0$$

unde :

H — este cîmpul magnetic

l — lungimea medie a circuitului magnetic

sau :

$$In = c_2 \cdot \frac{B}{\frac{\mu_{Fe}\ \mu_0}{\mu_0\ l_{Fe} + \mu_{Fe} l_0}} = C_2 \frac{B}{\mu} \qquad (13)$$

unde : μ reprezintă constanta generală de magnetizare pentru circuitul magnetic ce se poate extrage din curba de magnetizare a bobinei.

Din relaţiile (11) şi (13) se poate extrage :

$$I = c_2 \frac{B}{n\mu} = \frac{c_3}{n^2 \mu} .$$

Pentru a obţine diverşi curenţi, la aceiaşi tensiune, se va varia aşadar fie n fie μ, iar raportul curenţilor devine

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2^2}{n_1^2} \frac{\mu_2}{\mu_1} = \frac{L_{B2}}{L_{B1}} . \qquad (14)$$

Această relaţie exprimă legătura între curenţi, reactanţe, numărul de spire şi coeficient de magnetizare, în felul următor : trecînd pe o priză de curent mai mic, numărul spirelor se va mări cu inversul rădăcinii pătrate din raportul produsului dintre curenţi şi coeficienţi de magnetizare.

Din punct de vedere constructiv, pentru a realiza o curbă de magnetizare cît mai dreaptă, cel puţin în porţiunea iniţială, se va construi un circuit magnetic format din straturi de fier şi material nemagnetic (material izolant sau aer). Straturile se aleg cît mai mici astfel ca să se obţină fluxuri de dispersiune cît mai reduse, pentru ca prin aceasta valoarea calculată să se apropie cît mai mult de cea reală. Pentru a obţine o construcţie simplă, se tinde să se obţină un raport cît mai mic între spirele prizei de curent minim şi maxim, din acest motiv şi raportul curenţilor în general este mic (1 : 2).

In ceeia ce priveşte saturaţia fierului, aceasta face ca să se reducă inductivitatea bobinei.

In general, în alegerea alurei curbei de magnetizare este necesar să se ţină seama de două tendinţe :

a) Alegerea ei cît mai dreaptă, pentru ca la variaţii ale tensiunii reţelei să nu se schimbe gradul de compensaţie sau pentru a evita ferorezonanţele.

b) Alegerea ei cît mai saturată, pentru a evita supratensiuni în cazuri accidentale.

In cele ce urmează se vor analiza ambele tendinţe, dîndu-se în concluzie indicaţii pentru alegerea unei curbe de magnetizare optime.

a) *Alegerea curbei de magnetizare cît mai drepte*

a. 1. Gradul de compensaţie

$$K = \frac{1}{\omega L_B \cdot \omega C}$$

este constant pentru o reţea dată, cînd L_B este constant, ceea ce înseamnează că bobina lucrează în regim nesaturat. In acest caz variaţiile de tensiune nu influenţează gradul de saturaţie.

a. 2. Ferorezonanţe [14]Datorită saturaţiei ar putea apărea ferorezonanţe de tipul serie sau paralel.

a. 21. Ferorezonanţa în serie ar putea apărea în cazul cînd aveam schema echivalentă din fig. 9. Cînd tensiunea la bornele

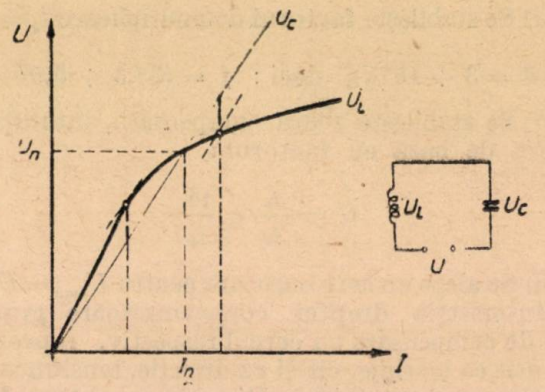


Fig. 9. Ferorezonanţă în serie

circuitului echivalent ar creşte brusc (impuls accidental de tensiune) ar putea apărea, din cauza saturaţiei supracurenţi în bobină, printr-un fenomen de răsturnare.

a. 22. Ferorezonanţa în paralel ar putea apărea în cazul schemei echivalente din fig. 10, cînd printr-un impuls de curent în

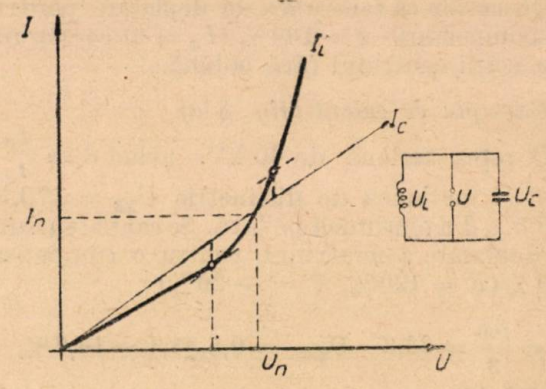


Fig. 10. Ferorezonanţă în paralel

circuit (de exemplu prin dezacord) din cauza saturaţiei ar putea apărea fenomenul de răsturnare.

b) *Alegerea curbei de magnetizare cît mai saturate*

Pentru limitarea unor supratensiuni la bornele bobinei, care pe lîngă că ar solicita izolaţia

bobinei, ar face necesară întreruperea liniei, se alege o curbă de magnetizare mai saturată.

Cele mai desavantajoase supratensiuni pot apare în următoarele cazuri:

b. 1. Ruperea unui fir, fără punere la pământ [14, 15]. In acest caz se

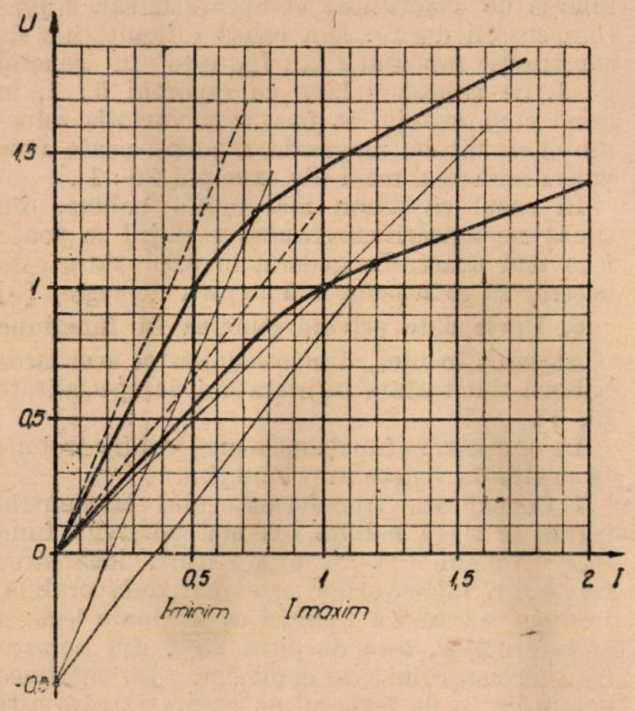


Fig. 11. Supratansiuni corespunzînd ruperii unui fir, fără punere la pământ, în cazul $I_{max} : I_{min} = 2 : 1$

naşte un circuit echivalent avînd în serie o inductanţă şi o capacitate, la borne aplicîndu-se tensiunea de $U/2$.

Capacitatea totală a reţelei scade cu circa 20% (capacitatea faţă de pământ scade circa 50% apărînd în schimb în circuit capacitatea între faze care face să crească valoarea totală a capacităţii cu circa 20%).

Supratensiunea cea mai periculoasă are loc pe priza de curent minim, iar supracurentul pe priza de curent maxim. In fig. 11 se determină grafic tensiunile şi curenţii pentru cazul $I_{max} : I_{min} = 2 : 1$

b. 2. Intr-o reţea de cabluri declanşarea unui cablu monofazat în regim subcompensat 33%. Din analiza tensiunii de deplasare a neutrului şi a reducerii capacităţii totale a reţelei faţă de pământ cu 33% se pot forma curbele din fig. 12 pentru aceeaşi bobină ca şi în fig. 11.

Cazul cel mai defavorabil de supratensiune are loc pe priza de curent minim.

In concluzie, curba de magnetizare se alege în aşa fel ca păstrînd o liniaritate în porţiunea iniţială, supratensiunile la bornele bobinei să nu poată avea valori periculoase.

De exemplu, pentru cazul $I_{max} : I_{min} = 2 : 1$ pe priza de curent maxim, la o creştere a tensiunii cu 10%, curentul să nu crească cu mai mult de 20%; iar supratensiunea cea mai periculoasă să nu depăşască cca 150% din tensiunea pe fază.

Definind un factor de magnetizare $K_m = \frac{L_{B\ initial}}{L_{B\ maxim}}$ ca fiind raportul dintre ractanţa bobinei în porţiunea iniţială şi reactanţa în punctul de curent maxim, am avea : $K_m = 1{,}1$.

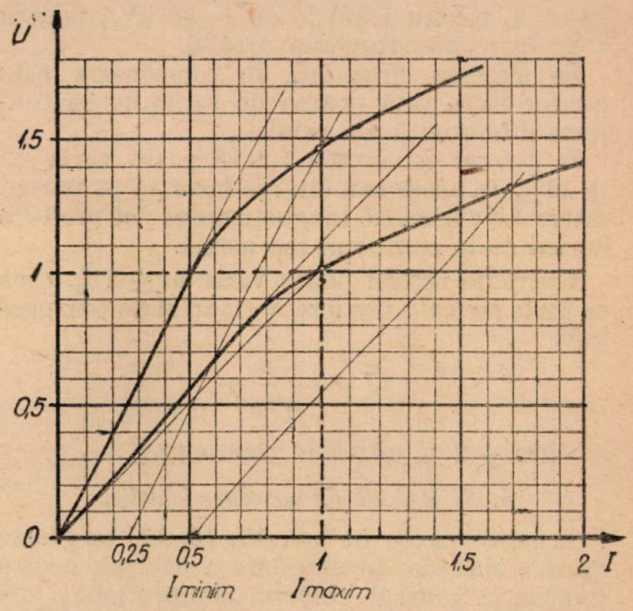


Fig. 12. Supratensiuni corespunzînd declanşării unui cablu monofazat în regim subcompensat 33%, în cazul $I_{max} : I_{min} = 2 : 1$

5. Alegerea gradului de compensare, metodele de acordare folosite şi alegerea prizelor de curent

5 1. Alegerea gradului de compensare

Pentru atingerea scopului instalării bobinelor de reactanţă într-o reţea ar fi utilă o compensare perfectă, ceea ce ar anula componenta reactivă a curentului de punere la pământ, prin locul de

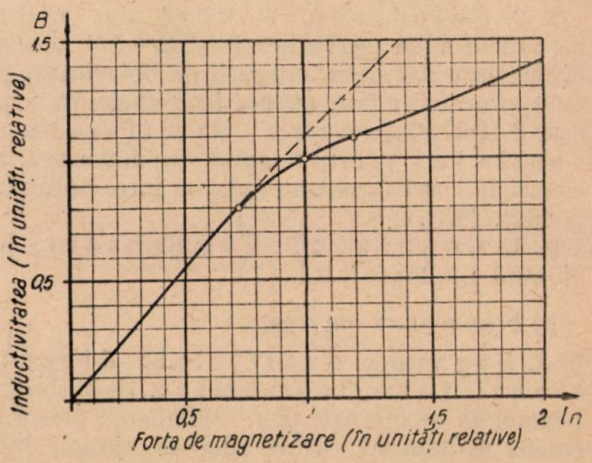


Fig. 13. Curba de magnetizare pentru cazul $I_{max} : I_{min} = 2:1$ corespunzînd condiţiilor enunţate.

punere la pământ trecînd numai curentul remanent activ.

In general se preferă o uşoară supracompensare de 5—15%, pentru reducerea supratensiunilor în regim fără punere la pământ. Aceste

supratensiuni se preferă să nu depăşască 50% din valoarea tensiunii pe faze. Supracompensarea contribuie la reducerea supratensiunilor datorite ruperii unui fir şi la evitarea în unele cazuri a posibilităţii inversării fazelor [14, 15].

Condiţia care trebuie să o îndeplinească curentul inductiv remanent este să nu depăşască valorile prescrise [2, 3] (adică între circa 30—5 A, pentru reţelele de 6—60 kV), pentru a nu îngreuna stingerea arcului.

La alegerea gradului de compensare este necesar să se ţină seama de variaţiile de tensiune şi frecvenţă ale reţelei .

In general tensiunea reţelei poate varia cu $\pm$ 10%. In acest caz cînd se lucrează pe partea saturată a curbei de magnetizare se pot produce devieri de la compensarea aleasă.

Frecvenţa reţelei poate varia cu $\pm$ 1%, ceea ce poate aduce o deviere a gradului de compensare.

$$K = \frac{1}{\omega^2 L_B C}$$

cu circa $\pm$ 2%, adică în total cu 4%.

5. 2. Metode de acordare folosite.

In literatură [3, 5, 7, 8, 12, 13, 17] se găsesc descrise metode de acordare a bobinei, acesta formînd în general obiectul multor studii şi idei ingenioase.

In cele ce urmează se dă pe scurt o clasificare a acestor metode, de la cele mai primitive la cele mai perfecţionate.

a) *Metode indirecte, fără contact cu reţeaua*

a. 1. Modele mecanice sau electrice. Din calcul sau după lungimea reţelei, se formează fie modele mecanice (pe două coloane, unul reprezentînd curentul capacitiv al reţelei, celălalt curentul bobinei) fie modele electrice (cu rezistenţe măsurîndu-se curentul). Metoda este lipsită de precizie.

a. 2. Folosirea curbei de magnetizare în porţiunea iniţială cînd aceasta îndeplineşte anumite condiţii de liniaritate, iar reţeaua o disimetrie capacitivă suficientă [13].

a. 3. Deplasarea artificială a neutrului printr-o sursă suplimentară de curent de joasă tensiune aplicată între bobină şi pămînt. [13].

a. 4. Controlul compensării cu ajutorul oscilografului [7]

b) *Prin contact cu reţeaua*

b. 1. Legarea artificială directă a unei faze la pămînt. Se stabileşte punctul de rezonanţă prin schimbarea prizei de curent a bobinei, pînă cînd se ajunge la o valoare minimă.

Metoda este necorespunzătoare pentru un control mai des, putînd fi periculoasă atît pentru reţea, cît şi pentru persoane.

b. 2. Punerea la pămînt a unei faze prin rezistenţe, duce la o deplasare a neutrului care face posibilă determinarea punctului de rezonanţă.

5. 3. Alegerea prizelor de curent.

In cazul că într-o reţea este o singură bobină, priza de curent minim se alege peste limita de compensare de 30—5 A, respectiv pentru reţele de 6—60 kV.

Raportul între două prize vecine se alege în funcţie de exactitatea compensării sau supracompensării dorite. Din cauza dificultăţilor de construcţie raportul $I_{max} : I_{min}$ este în general 2 : 1. Se cunosc bobine cu raportul 5 : 1, în cazul cînd reglajul se face prin variaţia reluctanţei circuitului magnetic, raportul poate avea valori mult mai mari (de exemplu 20 : 1).

In cazul că avem mai multe bobine, din cauza repartizării curentului, reglajul se poate face mai exact. In general în exploatare este necesar să se întocmească un plan de reglaj [3]

6. Unele date privind punerea în funcţiune

Alegerea locului, dimensionarea şi acordarea bobinei sînt tratate în literatura de specialitate [3, 4].

La punerea în funcţiune a unei bobine trebuie să se aibă în vedere în primul rînd :

1. Conexiunea transformatorului la neutrul căruia se leagă bobina, cea mai potrivită fiind stea triunghi [3]. In alte cazuri, încărcarea termică a înfăşurărilor este mai defavorabilă. Puterea maximă a bobinei ce se poate lega la transformator, este de circa 25% din puterea transformatorului, ea depinzînd de mărimea curentului şi de factorul de putere la care este încărcat transformatorul.

In literatură se găsesc indicaţii asupra puterii maxime admisibile a bobinelor ce se leagă la neutrul transformatorului în funcţie de încărcarea acestuia şi durata funcţionării cu punere la pămînt. [16].

In general, această funcţionare pe priza de curent maxim este necesar să fie de cel puţin 2 ore, evitîndu-se declanşarea liniei respective pînă după trecerea vîrfului de sarcină transportată.

2. Cînd la două înfăşurări ale transformatorului se leagă bobine, este necesară instalarea unui transformator auxiliar de decuplaj, pentru evitarea inducerii tensiunii homopolare în cealaltă bobină [16].

7. Concluzii

In cursul lucrării de faţă se dau lămuriri asupra fenomenelor principale electrice ce apar în cazul tratării neutrului unei reţele prin bobine de stingere, în măsura în care influenţează alegerea caracteristicilor bobinei cît şi a comportării ei în exploatare.

Deplasarea neutrului joacă un rol important, atît din cauza pericolului ce-l poate prezenta în cazul cînd ia valori prea mari, cît şi din cauza foloaselor ce se pot trage din acest fenomen, majoritatea metodelor moderne de acordare bazîndu-se pe el. Pentru evitarea tensiunilor prea mari la bornele bobinei se alege un dezacord corespunzător reducerii de tensiune dorite de deplasarea neutrului. S-au considerat pe scurt factorii care influenţează alegerea curbei de

magnetizare şi a prizelor de curent. Au fost de asemenea amintite principiile care stau la baza alegerii gradului de compensare.

Bibliografie

[1] * * *: Legarea neutrului la pămînt în reţelele de înaltă tensiune, Studii şi Cercetări de Energetică, Tom. I, 1951 nr. 3—4.

[2] * * *: Prescripţii pentru protecţia instalaţiilor electrice împotriva supratensiunilor MEEIE — 1953 cap. VII art. 31.

[3] *Lihacev F. A.*: Alegerea, instalarea şi exploatarea aparatelor de stingere a arcului. Moscova-Leningrad 1955.

[4] *Dimo P.*: Cauza supratensiunilor prelungite în reţelele cu neutrul izolat. Studii şi cercetări de Energetică, Tom. III, 1953, pag. 15—95.

[5] *Willheim R.*: Das Erdschlussproblem in Hochspannungsnetzen, Berlin, Springer-Verlag, 1936.

[6] *Weber H.*: Der Erdschluss in Hochspannungsnetzen, München, Oldenburg, 1936.

[7] *Richtr I.* şi *Heral J.*: Petersenova civka v sitich vn a zjisteni vyladeni, novou mętodou Elektrotechniky obzor, 2 (1953).

[8] *Gastel A.*: The current adjustment of arc suppression coils, Revue BBC 6/7 1947.

[9] *Gastel A.*: Erdschlusschutz durch Löschspulen, BBC — Mitteillungen 7/8 (1953).

[10] *Gastel A.*: Uebersicht uber den heutigen Stand des Erdschlusschutezes durch Löschspulen, BBC — Mitteilungen 6 (1941).

[11] *Gastel A.*: Problèmes de mise à la terre du neutre et de défauts á la terre dans les réseaux à haute tension. Bulletin ASE, 7 (1936).

[12] *Waldvogel P.*: Die automatische Regulierung der Erdschluss löschspule, BBC — Mitteilungen, 6 (1941),

[13] *Burkhart, Dillow*: Tuning of ground — fault neutralizers, General Electric Review, 12 (1949).

[14] *Maudnit A.*: Installations électriques, Dunod — Paris, 1950.

[15] *Sirotinschi L. I.*: Tehnica tensiunilor înalte vol. III-Moscova-Leningrad 1945.

[16] *Schendell G.*: Einbau und Betrieb von Erdschlusslöschspulen, Verlag Technik Berlin 1952.

[17] *Spirin A. A. Vecihaizer G. V.*: Măsurarea curenţilor capacitivi cu punereala pămînt monopolară în sistemele cu neutrul izolat, Electricestvo 11 (1951).

[18] *Dimo P.*: Cauza supratensiunilor prelungite. Eergetica 11 (1953)

[19] *Dimo P.*: Determinarea momentului şi locului unde trebue tratat neutrul prin evaluarea supratensiunilor „prelungite" Energetica 2 (1954)

★

ВЫВОР ХАРАКТЕРИСТИК И РАБОТА ДУГОГАСИТЕЛЬНЫХ КАТУШЕК

Резюме

В настоящей статье дается общий обзор главных электрических явлений происходящих в случае введения в нейтраль сети дугогасительных катушек. Подчеркиваются явления влияющие на выбор характеристик катушки и на ее поведение в эксплоатации. Настаивается на опасностях и пользе смещения имеющей катушку нейтрали. Дается диаграмма расчета смещения нейтрали, который, если известны характерные величины сети, может быть применен в практике при настройке катушки и определений напряжения смещения нейтрали.

★

WAHL DER CHARAKTERISTIKEN UND BETRIEB VON LÖSCHSPULEN IN ELEKTRISCHEN NETZEN

Der Aufsatz bringt eine Zusammenstellung der elektrischen Haupterscheinungen, die im Falle der Verwendung von Löschspulen in elektrischen Netze auftreten, wobei jene Erscheinungen hervorgehoben werden welche die Wahl der Spulencharakteristiken und deren Verhalten im Betrieb beeinflussen. Desgleichen werden die Gefahren erörtert und auf die Vorteile hingewiesen, welche die Verschiebung des Nullpunktes eines mit Löschspulen versehenen Netzes bietet. Die Ausführungen sind von einem Berechnungsdiagramm begleitet, aus dem es ersichtlich ist, dass wenn die charakteristischen Grössen des Netzes bekannt sind, dieses in der Praxis zur Abstimmung der Löschspulen und der Bestimmung der Verschiebungsspannung des Nullpunktes verwendet werden kann.

Stabilirea nivelului minim de exploatare pentru lacurile de acumulare a uzinelor hidroelectrice

Ing. A. COGĂLNICEANU

Articolul tratează influența variației nivelului minim de exploatare a lacului de acumulare asupra producției de energie a uzinei hidroelectrice. Făcînd unele ipoteze simplificatoare se stabilesc o serie de relații care permit determinarea aproximativă a nivelului minim de exploatare pe considerente energetice.

Una din problemele care se pune în proiectarea UHE cu acumulare este determinarea nivelului minim de exploatare. Metoda utilizată, în general, în cazul uzinelor hidroelectrice care funcționează preponderent energetic, constă în stabilirea producției de energie a centralei hidroelectrice, pentru diferite nivele minime de exploatare, pe anumite intervale de timp, considerate mai dificile în exploatarea ei. In general, ca perioade de timp dificile se consideră perioadele de ape mici, cînd aportul volumelor de apă acumulate în lac contribuie la mărirea sensibilă a debitului natural al cursului de apă.

Cu cît nivelul minim de exploatare va fi mai jos, cu atît volumul util va fi mai mare și deci aportul de debit din lac mai mare. Insă, pe de altă parte, un nivel de exploatare prea coborît duce la micșorarea căderii, astfel că va exista un anumit nivel minim de exploatare, căruia îi va corespunde o valoare maximă a puterii medii și energiei date de UHE, în perioada considerată.

Această metodă este foarte laborioasă.

In cele de mai jos, în urma analizei variației producției de energie a uzinei hidroelectrice în funcție de nivelul minim de exploatare, pentru perioade de timp caracteristice, se trag unele concluzii care permit determinarea aproximativă a nivelului minim.

Producția de energie a UHE nu se va determina pe perioada calendaristică de un an, cum se obișnuiește, ci pe perioada corespunzătoare ciclului natural al lacului de acumulare, umplere-golire, precum și pentru semicicliul de golire. Această tratare are avantajul de a putea generaliza metoda la diferite acumulări, indiferent de regularizarea pe care o realizează: sezonieră, anuală sau superanuală.

Valoarea optimă pentru nivelul minim de exploatare depinde de mulți factori, dintre care cei mai importanți sînt:

— forma topografică a cuvetei lacului de acumulare;

— mărimea acumulării ce se realizează;

— tipul amenajării: uzină de derivație sau uzină baraj;

— căderea UHE și raportul între înălțimea hidraulică a barajului și căderea totală;

— regimul hidrografic al debitelor naturale ale cursului de apă în punctul de captare;

— regimul de exploatare al lacului.

Forma topografică a cuvetei lacului de acumulare este caracterizată prin curba capacității lacului, care se poate exprima suficient de exact prin relația

$$V = CH_x^m.$$

Exponentul m este cuprins între 1,5 și 4. Valoarea lui crește în general cu cît lacul se găsește la o altitudine mai mare.

In fig. 1 s-a reprezentat curba capacității lacului pentru diferiți m. Din analiza curbei

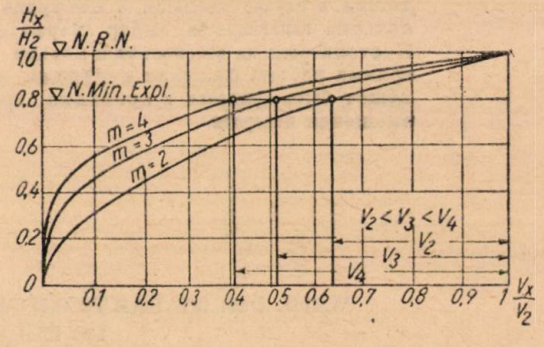


Fig. 1. Curba capacității lacului ($V_x = CH_x^m$) pentru diferiți m

se poate aprecia „calitatea energetică" a lacurilor. Cu cît m este mai mare, cu atît crește și volumul util, pentru un același nivel minim de exploatare, deci lacul este de o „calitate energetică" mai bună.

Valorile exponentului „m" pentru cîteva lacuri interesante din țara noastră sînt date în tabela 1.

Tabela 1

Nr. crt.	Rîul	Lacul	m
1	Argeș	Vidraru-Corbeni	2,75
2	Buzău	Crasna	3,00
3	Bîsca Mare-Buzău	Cireș-Zimbru	4,00
4	Buzău	Viperești	2,80
5	Sebeș	Oașa	3,30
6	Sebeș	Tău	2,80
7	Someșul Mic	Beliș-Vădani	3,30
8	Bistrița	V. I. Lenin	2,60
9	Bistrița	Toance	2,75

In cele ce urmează se va studia influența variației nivelului minim de exploatare asupra producției de energie a UHE pentru perioadele de timp caracteristice importante în exploatarea uzinei hidroelectrice: ciclul com-

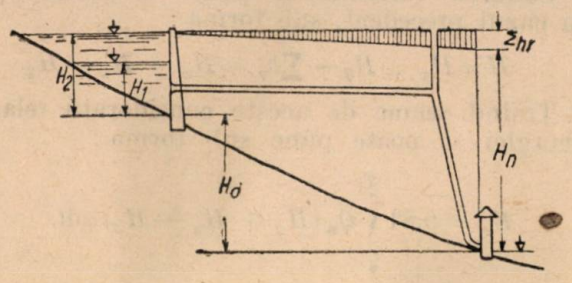


Fig. 2. Notațiile utilizate pentru căderi

$$\nu = \frac{H_1}{H_2}, \chi = \frac{H_d}{H_n}$$

$$H_n = H_d + H_2 - \sum h_r.$$

plet umplere-golire și semiciclul de golire. Semiciclul de umplere nu s-a studiat, deoarece coincide în general cu perioada de ape mari și nu prezintă interes special pentru exploatarea uzinei.

Pentru a scoate în evidență influența lacului de acumulare asupra producției de energie a UHE, se va analiza la început capacitatea energetică a lacului de acumulare la diferite nivele minime de exploatare, calculîndu-se energia produsă de UHE numai prin golirea lacului, fără a ține seama de aporturile exterioare sau pierderile de apă, la diferite nivele minime de exploatare.

Notațiile utilizate sînt indicate mai jos:

T_g — timpul de golire a lacului de acumulare (ore);
T_c — timpul unui ciclu complet umplere-golire (ore);
Q_i — debitul instalat al UHE (m³/s);
Q_a — debitul afluent natural al cursului de apă în lacul de acumulare (m/³s);
Q_{am} — debitul afluent mediu (m³/s);
$Q_{m.g}$ — debitul utilizat mediu al semiciclului de golire (m³/s);
$Q_{m.c}$ — debitul utilizat mediu al ciclului umplere-golire (m³/s);
V_2 — volumul lacului de acumulare pînă la nivelul retenției normale (m³);
V_u — volumul util al lacului de acumulare (m³);
H_2 — înălțimea barajului de la talveg pînă la nivelul retenției normale (m);
H_1 — înălțimea barajului de la talveg pînă la nivelul minim de exploatare (m);
H_x — căderea variabilă realizată de baraj (m);
H_d — căderea realizată de derivație (m);
Σh_r — pierderile de sarcină de la baraj pînă la intrarea în turbină (m);
H — căderea netă variabilă a UHE ($H = H_x + H_d - \Sigma h_r$) (m);
H_n — căderea netă maximă a UHE (m);
W_{an} — stocul anual al rîului (m³/an).

a) Capacitatea energetică a lacului de acumulare

Capacitatea energetică a lacului de acumulare, fără a ține seama de aporturi exterioare sau pierderi de apă, se exprimă astfel:

$$E = \int_0^{T_g} N dt = \int_0^{T_g} 9{,}81\, Q \eta_t \, dt$$

Deoarece $Q = \frac{dV}{3600\, dt}$, iar lacul se golește între nivelul H_2 și H_1, relația devine:

$$E = \frac{1}{367} \int_{H_1}^{H_2} H \eta_t \, dV \text{ (kWh)}.$$

Căderea variabilă H, ținînd seama de notațiile indicate anterior, poate fi pusă sub forma:

$$H = H_x + H_d - \sum h_r = H_x + H_n - H_2.$$

Curba capacității lacului fiind:

$$V = CH_x^m,$$

atunci:

$$dV = m\, CH_x^{m-1}\, dH_x$$

Ținînd seama de cele arătate mai sus, capacitatea energetică a lacului de acumulare capătă forma:

$$E = \frac{1}{367} \int_{H_1}^{H_2} (H_x + H_n - H_2)\, \eta_t\, m\, CH_x^{m-1}\, dH_x.$$

Pentru a efectua calculul acestei integrale vom admite ipoteza simplificatoare că randamentul turbinei rămîne constant la variațiile de cădere, iar pierderile de sarcină $\sum h_r$ și nivelul în bieful aval rămîn constante, deci și căderea netă maximă H_n rămîne constantă.

Atunci

$$E = \frac{\eta_t H_n}{367} \left[\frac{m}{m+1} \left(1 - \frac{H_1^{m+1}}{H_2^{m+1}} \right) \frac{H_2}{H_n} CH_2^m + \left(1 - \frac{H_2}{H_n} \right) \left(1 - \frac{H_1^m}{H_2^m} \right) CH_2^m \right]$$

Notînd:

$$\frac{H_2}{H_1} = \nu \frac{H_2}{H_n} = \chi$$

și deoarece $V_2 = CH_2^m$ (volumul acumulat pînă la cota H_2) relația devine:

$$E = E_0 \left[\frac{m}{m+1} (1 - \nu^{m+1})\, \chi + (1 - \chi)(1 - \nu^m) \right] \text{ (kWh)}.$$

E_0 reprezintă energia care s-ar obține la UHE în cazul cînd întreg volumul lacului ar fi concentrat la căderea maximă netă a uzinei H_n:

$$E_0 = \frac{H_n V_2 \eta_t}{367} \text{ (kWh)}.$$

In cazul uzinelor baraj, valoarea χ devine egală cu unitatea, iar relația energiei se simplifică, căpătînd forma:

$$E = E_0 \left[\frac{m}{m+1} (1 - \nu^{m+1}) \right].$$

In fig. 3 s-a reprezentat variaţia capacităţii energetice a lacului de acumulare în funcţie de nivelul minim de exploatare, dat de ν, pentru diferite tipuri de amenajări, caracterizate prin χ : uzină baraj (χ=1), uzină

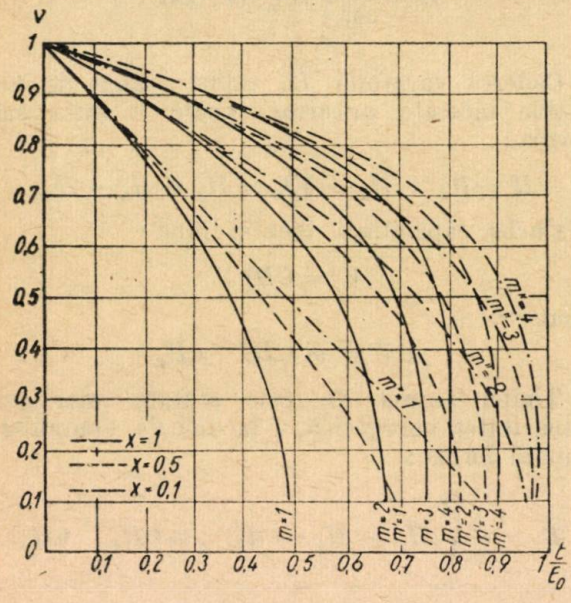


Fig. 3. Variaţia capacităţii energetice a lacului de acumulare funcţie de nivelul minim de exploatare (ν),

de derivaţie de cădere mijlocie (χ=0,5) şi uzină derivaţie de mare cădere (χ=0,1).

Din examinarea acestei diagrame rezultă o creştere a capacităţii energetice a lacului la coborîrea nivelului minim de exploatare. Pentru acelaş χ, capacitatea energetică creşte cu cît exponentul m al curbei capacităţii lacului este mai mare, iar în cazul aceleiaşi curbe a capacităţii (m=const.), cu cît căderea realizată de derivaţie este mai mare (χ mai mic).

Creşterea capacităţii energetice este mai mare pentru ν cuprins între 1 şi 0,5—0,4. Sub această valoare creşterea este din ce în ce mai mică, în special pentru m mare, iar dacă se ţine seama că şi randamentul turbinei scade la variaţii mai mari ale căderii, se poate trage concluzia că pentru ν mai mic decît 0,5—0,4 capacitatea energetică a lacului rămîne practic constantă sau chiar scade.

b) Energia produsă de UHE pentru ciclul umplere-golire a lacului de acumulare

In cazul unui ciclu complet umplere-golire a lacului de acumulare, relaţia energiei produse se poate scrie sub forma :

$$E_c = \int_0^{T_0} N dt = \int_0^{T_0} 9{,}81\ Q_u H \eta_t\, dt.$$

In acest caz Q_u reprezintă debitul utilizat de UHE, variabil în timp după planul de exploatare.

Căderea H este variabilă şi ea în timp şi este funcţie de aporturile şi consumurile de apă din lacul de acumulare şi de caracteristica topografică a cuvetei, dată de curba capacităţii lacului.

Căderea variabilă H poate fi pusă, ca şi în cazul precedent, sub forma :

$$H = H_x + H_d - \sum h_r = H_x + H_n - H_2.$$

Ţinînd seama de aceste consideraţii relaţia energiei se poate pune sub forma :

$$E_c = 9{,}81 \int_0^{T_c} Q_u (H_x + H_n - H_2) \eta_t dt.$$

Calculul exact al acestei integrale nu poate fi efectuat, din cauza variaţiei în timp a debitului utilizat şi a căderii, care, în general, nu pot fi puse într-o lege matematică.

Pentru a efectua totuşi această integrală se vor admite unele ipoteze simplificatoare :

— debitul utilizat de UHE în perioada corespunzătoare ciclului umplere-golire este constant în timp şi egal cu debitul mediu :

— randamentul turbinelor rămîne constant la variaţiile debitului şi căderii ;

— pierderile de sarcină rămîn constante în timp ;

— nivelul în bieful aval rămîne constant.

In acest caz, energia produsă în timpul unui ciclu umplere-golire se poate pune sub forma :

$$E_c = 9{,}81\ Q_{m.c} \cdot H_n \left(1 - \frac{H_2}{H_n} + \frac{H_2}{H_n} \cdot \frac{H_{x\,med}}{H_2}\right) \eta_{lt} \cdot T_c$$

unde $H_{x\,med}$ reprezintă căderea medie dată de baraj în perioada de timp corespunzătoare ciclului de umplere-golire.

Debitul utilizat mediu $Q_{m.c}$ reprezintă o parte a debitului afluent mediu $Q_{a\,m}$ şi poate fi pus sub forma $Q_{m\,c} = \varepsilon Q_{a\,m}$, în care ε reprezintă coeficientul mediu de utilizare a debitului.

Ţinînd seamă de notaţiile din pct. a) valoarea energiei se poate pune sub forma :

$$E_c = E_{c0}\, \varepsilon [1 - \chi \cdot (1 - \eta_2)]$$

în care $E_{c0} = 9{,}81\ Q_{am}\ H_n\ T_c\ \eta_{lt}$ iar $\eta_2 = \frac{H_{x\,med}}{H_2}$.

Valoarea η_2, a raportului între căderea medie şi maximă dată de baraj depinde de înălţimea prismei de apă utile şi de forma topografică a cuvetei lacului de acumulare $\eta_2 = f(\nu, m)$.

In general în cazurile cele mai frecvente, pentru lacurile de acumulare exploatate în regim energetic, căderea medie $H_{x\,med}$ poate fi considerată, cu aproximaţie, la o treime din înălţimea prismei de apă utile, sub căderea maximă dată de baraj :

$$H_{w\,med} = H_2 - \frac{h_u}{3} = H_2 - \frac{H_2 - H_1}{3} = H_2 \frac{2 + \nu}{3}$$

In acest caz, valoarea energiei produse de UHE în timpul unui ciclu umplere-golire devine :

$$E_c = E_{c0}\,\varepsilon\left[1-\chi\frac{1-\nu}{3}\right].$$

In cazul uzinelor baraj ($\chi=1$) relaţia se simplifică căpătînd forma :

$$E_c = E_{c0}\,\varepsilon\,\frac{2+\nu}{3}.$$

In fig. 4 s-a reprezentat variaţia energiei produse E_c în funcţie de ν pentru ε considerat

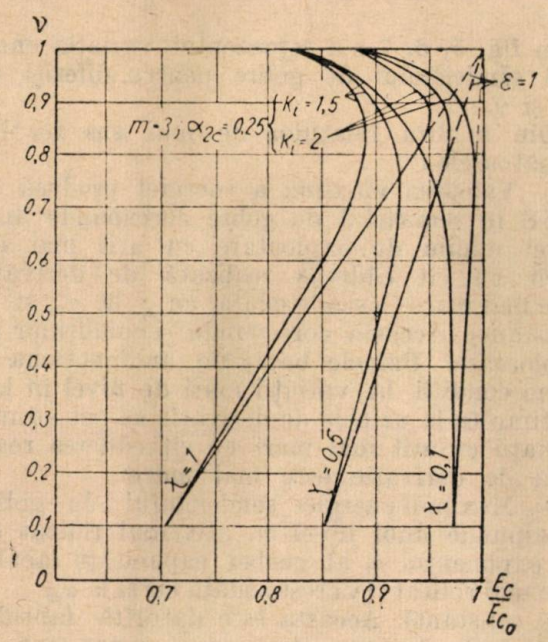


Fig. 4. Variaţia energiei produse de UHE pentru ciclul umplere-golire, funcţie de nivelul minim de exploatare (ν).

egal cu unitatea. In acest caz, se observă că energia ciclului umplere-golire scade odată cu ν, adică cu coborîrea nivelului minim de exploatare. Variaţia energiei E_c este cu atît mai pronunţată cu cît raportul χ este mai mare.

Deci, la uzine baraj sau derivaţie, la care aportul de cădere realizat de baraj faţă de căderea totală este mare (χ mare) nu este avantajos să se coboare mult nivelul minim de exploatare.

La uzinele derivaţie de mare cădere în schimb, variaţia energiei E_c cu ν este mai mică.

Coeficientul de utilizare al stocului rîului ε este funcţie de caracterul rîului (C_v), de coeficientul de supraechipare a uzinei ($k_1=\frac{Q_i}{Q_{m\,c}}$) şi de mărimea volumului util.

La rîndul său, volumul util este funcţie de nivelul minim de exploatare (ν) şi de forma curbei capacităţii lacului (m).

Valorile care caracterizează o acumulare sînt : raportul dintre volumul util al lacului şi stocul anual al rîului $\alpha=\frac{V_u}{W_{an}}$, precum şi raportul dintre întreg volumul acumulat şi stocurile de apă caracteristice ale rîului în punctul de captare :

$$\alpha_2=\frac{V_2}{W_{an}}\left(\frac{\text{Volumul acumulat}}{\text{Stocul anual}}\right);$$

$$\alpha_{2c}=\frac{V_2}{W_c}\left(\frac{\text{Volumul acumulat}}{\text{Stocul ciclului umplere-golire}}\right);$$

$$\alpha_{2g}=\frac{V_2}{W_g}\left(\frac{\text{Volumul acumulat}}{\text{Stocul semiciclului de golire.}}\right).$$

In calculele preliminare se pot considera pentru ε valorile date mai jos, calculate pentru un rîu din ţară cu caracteristici medii, la diferiţi k_i şi α

k_i \ α	0	0,08	0,20	0,40	0,60
1,0	0,685	0,795	0,890	0,960	0,975
1,5	0,810	0,925	0,980	1,00	—
2,0	0,880	0,990	1,000	—	—
2,5	0,920	1,000	—	—	—

In fig. 4 s-a reprezentat cu linii mai subţiri variaţia energiei ciclului umplere-golire, ţinînd seama şi de variaţia lui ε pentru $m=3$, $\alpha_{2c}=0{,}25$, $k_i=1{,}5$ şi $k_i=2$.

Din examinarea acestor curbe rezultă că energia ciclului umplere-golire prezintă un maxim. Maximul este cu atît mai sus, cu cît coeficientul de supraechipare k_i este mai mare, exponentul m al curbei capacităţii lacului mai mare şi căderea realizată de derivaţie mai mică (χ mai mare).

c) Energie produsă de UHE pentru semiciclul de golire a lacului de acumulare

O deosebită importanţă prezintă studiul producţiei de energie a UHE în perioada corespunzătoare golirii lacului de acumulare care coincide în general cu perioada debitelor naturale reduse ale cursului de apă. Mărirea volumului util al lacului de acumulare, prin coborîrea nivelului minim de exploatare, duce la creşterea debitului regularizat. Aceasta însă nu înseamnă şi o creştere continuă a puterii şi energiei UHE, la coborîrea nivelului minim, deoarece sub un anumit nivel creşterea debitului regularizat nu mai compensează micşorarea căderii, ceea ce face ca puterea şi energia să scadă.

Energia produsă de UHE pentru semiciclul de golire se poate exprima prin relaţia :

$$E_g=\int_0^{T_g} N\,dt = 9{,}81\int_0^{T_g} Q_u\,H\,\eta_t\,dt.$$

Debitul utilizat Q_u se compune din debitul afluent în lac Q_a şi din aportul de debit dat de lacul de acumulare :

$$Q_u = Q_a - \frac{dV}{dt}.$$

Semnul minus apare datorită faptului că volumul V al lacului scade în timpul golirii cu creşterea timpului t.

Căderea variabilă H, se poate pune ca şi în cazurile precedente, sub forma:

$$H = H_x + H_d - \sum h_r = H_x + H_n - H_2.$$

Expresia care dă valoarea energiei devine:

$$E_g = 9{,}81 \int_0^{T_1} Q_a (H_x + H_n - H_2)\, \eta_t \, dt - \int_{H_2}^{H_1} (H_x + H_n - H_2)\, \eta_t \, dV.$$

Calculul acestor integrale nu poate fi făcut decît în cazul ipotezelor simplificatoare indicate la punctul b).

Prima integrală a fost rezolvată în cadrul punctului b), iar a doua în cadrul punctului a).

Energia produsă de UHE în perioada de golire a lacului devine:

$$E_g = E_{g0} \left\{ 1 - \chi (1 - \eta_2) + \alpha_{2g} \left[\frac{m}{m+1} (1 - \nu^{m+1}) \chi + (1 - \chi)(1 - \nu^m) \right] \right\}$$

unde E_{g0} reprezintă energia care s-ar produce de UHE dacă ar utiliza numai stocul de apă natural al rîului în punctul de captare, corespunzător semiciclului de golire, sub o cădere egală cu căderea netă maximă ($E_{g0} = 9{,}81\, Q_{mg} H_n T_g \eta_t$).

Pentru o amenajare dată, valorile E_{g0}, χ, m, α_{2g} sînt determinate, astfel că unica variabilă este ν.

Pentru a obţine valoarea maximă a energiei în perioada de golire a lacului, se egalează cu o derivata ei faţă de ν:

$$\frac{\partial E}{\partial \nu} = E_{g0} \left\{ \chi \frac{\partial \eta_2}{\partial \nu} - \alpha_{2g} \left[m \chi \nu^m + m(1-\chi) \nu^{m-1} \right] \right\} = 0.$$

Considerînd ca la punctul b), cazurile frecvente în care $\eta_2 = \frac{2+\nu}{3}$, energia semiciclului de golire capătă forma:

$$E_g = E_{g0} \left\{ 1 - \frac{1-\nu}{3} \chi + \alpha_{2g} \left[\frac{m}{m+1} (1 - \nu^{m+1}) \chi + (1-\chi)(1-\nu^m) \right] \right\}$$

iar relaţia din care se obţine ν pentru maximul energiei devine după simplificări:

$$\nu^m + \frac{1-\chi}{\chi} \nu^{m-1} - \frac{1}{3 \alpha_{2g} m} = 0.$$

In cazul uzinelor baraj ($\chi = 1$), relaţia energiei semiciclului se simplifică, căpătînd forma:

$$E_g = E_{g0} \left\{ \frac{2+\nu}{3} + \alpha_{2g} \frac{m}{m+1} (1 - \nu^{m+1}) \right\},$$

iar relaţia din care se obţine valoarea nivelului minim de exploatare corespunzătoare unui maxim de producţie a UHE devine:

$$\nu = \sqrt[m]{\frac{1}{3 \alpha_{2g} m}}.$$

In fig. 5, 6, 7 s-a reprezentat variaţia energiei semiciclului de golire pentru diferiţi m, α_{2g} şi χ.

Din analiza relaţiilor de mai sus rezultă următoarele:

— Valoarea maximă a energiei produsă de UHE în semiciclul de golire corespunde unui nivel minim de exploatare cu atît mai coborît cu cît căderea realizată de derivaţie este mai mare (ν scade odată cu χ la α_{2g} şi m constant). Aceasta corespunde şi condiţiilor de exploatare. Uzinele baraj nu ar funcţiona în bune condiţii la variaţii mari de nivel în lac, în timp ce la uzinele de derivaţie se pot admite variaţii cu atît mai mari cu cît căderea realizată de derivaţie este mai mare.

— Maximul energiei semiciclului de golire corespunde unui nivel cu atît mai ridicat cu cît exponentul m al curbei capacităţii lacului este mai ridicat (ν creşte odată cu m la α_{2g} şi χ constant). Aceasta este datorită faptului că lacurile de acumulare cu m mare sînt de „calitate energetică" superioară, la aceiaşi înălţime a prismei utile, corespunzînd un volum util mai mare.

— Maximul energiei semiciclului de golire corespunde unui nivel cu atît mai coborît cu cît acumularea este mai mare (ν scade la creşterea lui α_{2g}, pentru m şi χ constant).

— Energia semiciclului de golire este cu atît mai mare, cu cît căderea realizată de derivaţie este mai mare, adică raportul χ mai mic.

Calculele de pînă acum s-au efectuat considerîndu-se căderea medie realizată de baraj la o treime din înălţimea prismei de apă utile sub nivelul retenţiei normale. Generalizînd, relaţia pentru căderea medie se poate pune sub forma:

$$H_{x\,med} = H_2 - \frac{H_2 - H_1}{p}.$$

In acest caz, relaţia energiei ciclul complet umplere-golire devine:

$$E_c = E_{c0}\, \varepsilon \left[1 - \frac{1-\nu}{p} \chi \right]$$

iar energia semiciclului de golire:

$$E_g = E_{g0}\left\{\left(1 - \frac{1-\nu}{p}\chi\right) + \alpha_{2g}\left(\frac{m}{m+1}(1 - \right.\right.$$

$$\left.\left. - \nu^{m+1})\chi + (1-\chi)(1-\nu^m)\right)\right\}.$$

Relaţia din care se obţine nivelul minim pentru o producţie maximă de energie în

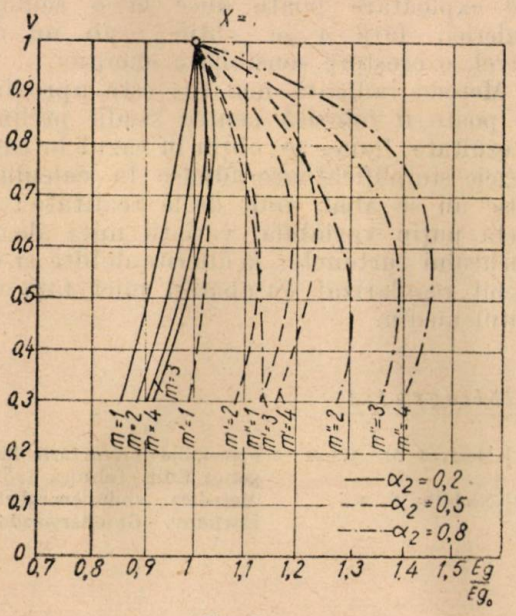


Fig. 5

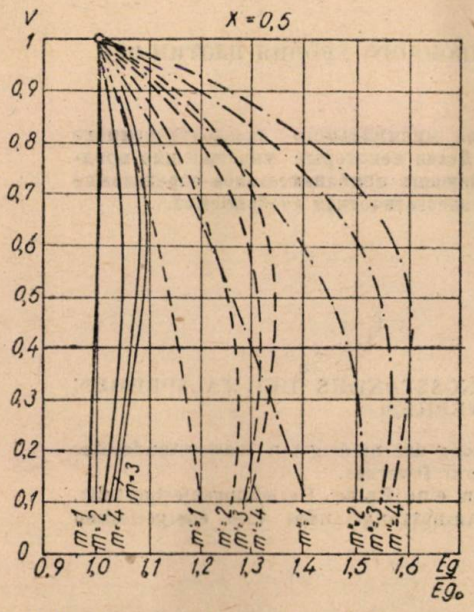


Fig. 5, 6, 7. Variaţia energiei semiciclului de golire, funcţie de nivelul minim de exploatare (ν).

semiciclul de golire rămîne de aceiaşi formă:

$$\nu^m + \frac{1-\chi}{\chi}\nu^{m-1} - \frac{1}{p\,\alpha_{2g}\,m} = 0.$$

Concluziile care s-au tras pentru cazul $p=3$ rămîn valabile, nivelul minim corespunzător maximului de energie deplasîndu-se mai sus sau mai jos, după cum p este mai mic sau mai mare decît 3, forma generală a curbelor rămînînd aceiaşi.

In fig. 8 s-a trasat nomograma pentru obţinerea valorii care va da maximul energiei semiciclului de golire.

Cu o înclinare dată de valoarea χ, indicată în cadranul din figură se duce o dreaptă care va trece prin punctul de pe ordonată

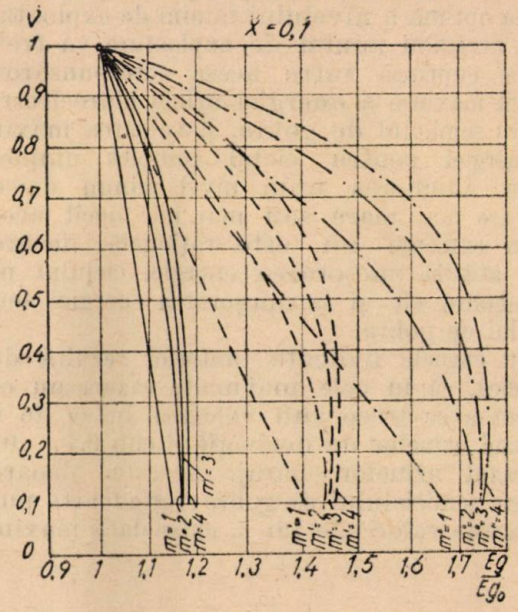


Fig. 6

corespunzător valorii $\frac{1}{p\,\alpha_{2g}\,m}$ şi va intersecta curba avînd m-ul dat, gradată pentru ν.

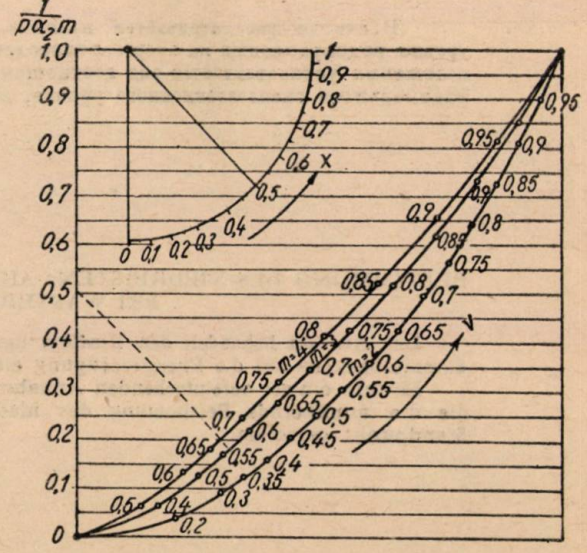


Fig. 8. Nomogramă pentru determinarea valorii ν, care va da maximul energiei semiciclului de golire

Exemplu:	*Rezultă:*
$m = 3$	$\frac{1}{p\,\alpha_{2g}\,m} = 0{,}5$
$p = 3$	
$x = 0{,}5$	
$\alpha_{2g} = 0{,}222$	$\nu = 0{,}56$

Pentru valori ale lui m cuprinse între 2, 3 şi 4 se vor interpola rezultatele.

Se observă că pentru cazul uzinelor baraj, în nomogramă se va duce o orizontală prin punctul de pe ordonată corespunzător valorii $\frac{1}{p\,\alpha_{20}\,m}$.

Concluzii

Din cele expuse mai sus rezultă că nu se poate determina precis un punct pentru valoarea optimă a nivelului minim de exploatare. Cota nivelului minim de exploatare va trebui să fie cuprinsă între aceea corespunzătoare valorii maxime a energiei uzinei hidroelectrice pentru semicilul de golire, și valoarea maximă a energiei pentru ciclul complet umplere-golire. Admiterea unui nivel minim de exploatare mai mare sau mai mic decît aceste valori extreme nu este rațională, deoarece duce atît la micșorarea energiei ciclului umplere-golire cît și la micșorarea energiei semiciclului de golire.

Din curbele indicate anterior rezultă deasemenea, că în cele mai multe cazuri nu este indicat a se trece sub valoarea lui ν de 0,5 în cazul uzinelor de derivație și cub 0,7...0,65 în cazul uzinelor baraj. Aceasta, deoarece energia semiciclului de golire crește foarte puțin sub aceste valori ale lui ν, chiar dacă maximul apare mai jos, iar dacă se ține seama și de faptul că randamentul turbinelor scade la variații mari ale căderii, maximul va apare mai ridicat. De asemenea, pentru valori ale lui ν mai mici decît 0,5 sau 0,65 pentru uzinele derivație, respectiv baraj, energia ciclului umplere-golire scade, fără a se obține o creștere sensibilă a energiei semiciclului de golire.

In cazul uzinelor cu baraj înalt, trebuie avut în vedere faptul că coborîrea nivelului minim de exploatare poate duce la o scumpire a galeriei, fără a se obține, sub un anumit nivel, o creștere sensibilă a energiei.

Metoda indicată mai sus este aproximativă și poate fi folosită pentru studii preliminare. Rezultate bune se obțin în cazul în care ipotezele simplificatoare admise în calculul analitic nu se abat mult de la realitate: cădere netă puțin variabilă, variații mici ale randamentului turbinelor la diferite debite și căderi, debit regularizat cu abateri mici față de debitul mediu.

Bibliografie

[1] Mostcov M. A. : Principiile proiectării hidroenergetice Edit. Tehnică 1951.

[2] Nichitin S. N. : Metodica vodnoenergheticeschih rasciotov. Gosenergoizdat 1949.

★

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОГО ЭКСПЛОАТАЦИОННОГО УРОВНЯ ПЛОТИН ЭГС

Резюме

В статье рассматривается влияние изменения минимального эксплоатационного уровня водохранилища на энергопроизводство ГЭС. Делая некоторые упрощающие предположения устанавливается ряд соотношений позволяющих приблизительное определение минимального эксплоатационного уровня, исходя из энергетических соображений.

★

BESTIMMUNG DES NIEDRIGSTEN AUSNUTZUNGSSTANDES DER TALSPERREN BEI WASSERKRAFTWERKEN

Der Aufsatz behandelt den Einfluss der Ausnutzung des niedrigsten Wasserstandes des Sammelbeckens auf die Energierzeugung eines Wasserkraftwerkes.

Mittels einiger vereinfachenden Annahmen werden eine Reihe Beziehungenfestgestellt, die die annähernde Bestimmung des niedrigsten Ausnutzungstandes vom energetischen Standpunkt gestatten.

Cîteva consideraţii asupra stadiului tehnic actual al turbinelor cu gaze industriale *)

Pînă în anul 1953 se estimează numărul total al turbinelor cu gaze din exploatările industriale la 100 pînă la 150. Impărţirea pe puteri este următoarea : 2 500 kW 22% ; 2500—5 000 kW 55% ; 5 000—10 000 kW 15% ; mai mari ca 10 000 kW 8% ; cea mai mare putere este 27 000 kW.

Randamentul poate fi îmbunătăţit prin folosirea unui recuperator pentru gazele de evacuare, răcirea în timpul compresiunii şi încălzirea în timpul expansiunii. Construcţia cu două axe pare că este folosită într-un număr mai mare de unităţi decît cea cu o singură axă. Din cele cu două axe, circa 40 în U.S.A. sînt folosite pentru comprimarea şi transportul gazului natural (combustibil : gaz natural). Toate construcţiile de 10 MW şi mai mari, au două axe. Turbinele cu circuit închis, sau semiînchis sînt prevăzute numai cu o singură axă. Cea mai înaltă temperatură de folosire a crescut de la 550°C (1939) la 600°C ... 815°C în 1953.

S-au realizat progrese însemnate în domeniul metalelor şi aliajelor rezistente la temperaturi înalte. S-au examinat problemele ce se pun în timp : coroziunea sau oxidarea în atmosferă neutră sau oxidantă, atacarea prin rămăşiţe din ardere şi altele. Este cunoscută influenţa vanadiului din combustibil asupra aliajelor cu molibden.

Randamentul depinde de construcţie, temperatura maximă admisibilă şi de perfecţiunea mai mare sau mai mică a turbinelor şi compresoarelor. Randamentul total ajunge de la 15% pentru instalaţii simple, pînă la 32% pentru o instalaţie construită cu recuperatori şi de o anumită putere minimală. Cea din urmă corespunde în randament cu centralele cu abur cu condensaţie.

Folosirea combustibililor lichizi uşori nu prieinueşte greutăţi importante. Rezistenţele obţinute cu combustibili lichizi grei sînt promiţătoare. Folosirea combustibilului gazos este uşoară, cu excepţia gazelor conţinînd praf. Nu există încă experienţă asupra conţinutului de praf admisibil. O turbină cu praf de cărbune funcţionează în U.S.A., prezentînd însă dificultăţi în privinţa paletelor. Se face menţiune de cazul în care cărbunele este gazeificat într-un generator sub presiune. S-au făcut încercări în Franţa cu un generator de gaze şi cu o turbină montată în aval de acesta. Gazele produse de generator au 4 ats şi 500°C. Randamentul total este de 37% pentru unităţi mai mari de 1 000 CP.

i b

*) *SEDILLE M. I. Usin. Gaz.* Vol. 77, (1953) nr. 5, pag. 155—156.

Raportul E. D. F. — Electricité de France — asupra gestiunii 1952 *)

1. *Balanţa energetică naţională*

Consumul total al Franţei în 1952 (E.D.F. şi alţi producători) se prezintă astfel :

Consumator	10^9 kWh	%	%
Inaltă tensiune			
— Tracţiune	2,128	5	
— Electrochimie şi metalurgie	6,531	15	
— Mine	3,320	9	71
— Industria oţelului	3,388	9	
— Alte industrii	13,472	33	
— Consum propriu	0,025		
Joasă tensiune :			
— Consum casnic	4,660	11	
— Iluminat public	0,330		
— Mică industrie şi altele	1,627	5	16
— Consum propriu	0,058		
Pierderi	5,171	13	13
Total :	40,710	100	100

Consumul maxim zilnic de energie (133.10 kWh) a fost cu 7,4% mai mare decît cel din 1951.

Schimb de energie între Franţa şi	Import 10^6 kWh	Export 10^6 kWh	Excedent 10^6 kWh
Republica Federală Germană	− 32	+143	+111
Elveţia	−424	+117	−307
Italia	− 12	+121	+109
Spania şi Andorra	− 28	+ 26	− 2
Belgia şi Luxemburg	− 70	+184	+114
Monaco	0	+ 17	+ 17
Saar	− 72	+ 24	− 48
Total	−638	+632	− 6

*) *Usine Nouv.*, vol. 9/1953, nr. 44, pag. 21. nr. 46, pag. 21 nr. 49, pag. 25.

2. *Producerea proprie şi vinderea energiei*

Se produce din	10^9 kWh	Se vinde	10^9 kWh
Energie hidraulică	17,511	Inaltă tensiune	21,291
Energie termică	7,830	Joasă tensiune	6,185
Compensare prin pompări	0,040	Compensare cu străinătatea	0,014
Achiziţii în Franţa (energie hidraulică şi termică) . . .	6,629	Pierderi	4,440
Total:	31,930	Total	31,930

Puterea instalată în centralele hidroelectrice ale E.D.F. a fost în 1952 : 6.297 MW(+663 MW).

Energia anuală produsă în centrale hidroelectrice a fost de 25.10^9 kWh (inclusiv centralele care nu aparţin de E.D.F.).

Puterea instalată în centralele termoelectrice ale E.D.F. a depăşit 7.260 MW (+106,5 MW) Energia anuală produsă de aceste centrale a fost de 7,830. 10^9 kWh, adică 43% din totalul de 18,330 10^9kWh produse în Franţa în centralele termoelectrice.

3. *Distribuţia energiei electrice*

Tensiunea kV	1951 km	1952 km
225	6 293	6 874
150	8 553	8 727
110/120	383	226
90	4 700	4 900

494 km din liniile de 225 kV sînt executate pentru 380 kV. Se observă tendinţa de desfiinţare a reţelei de 110/120 kV.

4. *Lucrări de modificări şi cercetări*

Secţiunea de 411 mm² a liniilor de 225 kV trebuie mărită neîntîrziat la 594 mm². Reţeaua de 225 kV va trebui trecută în viitorul apropiat pe 380 kV.

Se continuă studiile pentru centrale folosind energia mareelor. Construcţia unei asemenea centrale la gura fluviului Rance, cu o producţie anuală de 550.10^6 kWh pare a fi ajuns la un cost comparabil cu acel al marilor centrale hidroelectrice.

Dar numai la centralele foarte mari, folosind energia mareelor, ca acelea proiectate pe insulele Chaussey, se prevede o producţie de energie la un cost scăzut. Proiectarea lor cere însă lucrări preliminare lungi, pe cînd pentru centrala Rance s-a şi cerut autorizaţia de construcţie. ma

Linia de înaltă tensiune peste strîmtoarea Siciliei *)

Problema alimentării insulei Sicilia cu energie electrică de pe „ Continent " s-a pus odată cu construirea marii CHE Sila din Calabria şi a devenit actuală în momentul cînd reţeaua meridională a Italiei s-a legat de reţeaua Italiei de centru, prin mai multe linii de 150 şi 220 kV.

Prima soluţie preconizată în 1921 pentru legătura electrică între Calabria şi Sicilia, peste strîmtoarea Messina, a fost un tunel submarin ; s-a propus apoi o linie aeriană cu dublu circuit sau un cablu submarin.

In anul 1946 studiile s-au reluat de Societatea CONIEL, al cărui proiect s-a aplicat în prezent. Proiectul a constat dintr-o linie aeriană care traversează strîmtoarea Messina, avînd o deschidere de 3 653 m. Cei doi stîlpi metalici sînt indentici şi au o înălţime de 224 m. Stîlpul de pe malul Calabriei este fundat pe stîncă, la o cotă de 166,4 m peste nivelul marii, pe o fundaţie de beton monolit în formă de cruce. Stîlpul de pe malul sicilian este fundat pe nisip, pe 4 chesoane la 20 m adîncime.

Stîlpii din construcţie metalică sudată, sînt stîlpi de susţinere. Ei au fost calculaţi la o viteză a vîntului de 150 km/h, tensiunea firului 25 t, seismicitatea 10° scara Mercalli. Stîlpul are două braţe, cel inferior de 75 m, poartă 4 conductori la distanţa de 25 m între ei, cel superior poartă doi conductori, formînd cu conductorii de pe braţul inferior două triunghiuri echilaterale.

Iniţial se montează un singur circuit cu fir de rezervă, pe braţul inferior. Săgeata conductorilor este 292,40 m. Conductorii sînt din OL AL, avînd 19 toroane, cu următoarele caracteristici : diametrul exterior 27,8 mm, secţiunea aluminiului 44,7 mm², secţiunea oţelului 311 mm², greutatea 2,8 kg/ml, sarcina de rupere 56,4 t.

Conductorii sînt susţinuţi pe stîlp de cîte 8 lanţuri de izolatori, lucrînd în paralel, fiecare lanţ cu 20 izolatori.

Punctele de întindere ale conductorilor sînt la sol la 752, respectiv 646 m înapoia stîlpilor. Intinderea conductorului electric se face cu ajutorul unui cablu de oţel cu contragreutăţi, care asigură o forţă constantă de 25 t în conductor.

Legătura se execută cu izolatori de întindere (12 lanţuri a 20 izolatori). Pentru montajul conductorului se foloseşte un cablu auxiliar.

*) „*Wasser und Energiewirtschaft*", nr. 8, martie 1955, pag. 39—44.

Montajul se efectuează fără a stînjeni circulația vapoarelor și a atinge conductorul de apa mării. Linia se va exploata la tensiunea de 150 kV, cu o capacitate de transport de 50 000 kW. Prin ridicarea tensiunii la 220 kV, capacitatea va spori la 150 000 kW, care se va dubla la dublarea circuitului. Punerea în funcțiune are loc în vara anului 1955.

cm

Electrificarea căilor ferate franceze *)

Chiar la producerea energiei electrice în centrale termoelectrice cu condensație, tracțiunea electrică este mai avantajoasă decît cea cu abur, deoarece utilizarea combustibilului este de trei ori mai bună decît la locomotivele cu abur. In afară de aceasta, centralele electrice pot consuma cărbuni inferiori. De aici rezultă pentru Franța o economie de 90% de cărbune superior. Din punct de vedere al economiilor generale trebuie menționat de asemenea că tracțiunea electrică este un consumator foarte bun, deoarece sarcina se întinde pe cele 24 ore ale unei zile și într-o anumită măsură se poate concentra în ore de gol celorlalți consumatori.

Electrificarea liniei Paris-Lyon aduce o economie anuală de 620 000 t cărbune superior și în acelaș timp o bună utilizare a centralelor hidro-electrice de pe Ron. Electrificarea liniei Valenciennes — Thionville economisește alte 300 000 t cărbune și folosește energia hidraulică din nordul Franței și ale canalului Rinului.

Prin electrificarea tracțiunii se realizează și economii importante în exploatarea propriu-zisă a căilor ferate. Față de parcursul zilnic maxim de 480 km a unei locomotive de abur (corespunzînd unui parcurs lunar de 14 400 km) locomotiva electrică 2G2 parcurge în mediu lunar 22 000 km. Depoul Paris are în prezent 57 locomotive electrice față de 150 locomotive cu abur în 1938. A crescut puterea de tracțiune și viteză. Traficul de călători Paris — Lyon a crescut astfel cu 11% din 1948 pînă în 1952.

In total, economia obținută prin electrificare este de 6,5 miliarde franci francezi anual, din care 1,5 miliarde reprezintă economia de energie.

Electrificarea cu curent monofazat de 50 Hz se va utiliza pentru prima oară pe scară largă pe linia Valenciennes — Thionviille. Liniile principale și secundare (total 363 km) vor fi alimentate prin 7 stații de transformare. 105 locomotive electrice vor înlocui 304 locomotive de abur. Prin aceasta se va realiza o economie anuală de 2,38 miliarde franci francezi.

In Europa vestică situația liniilor ferate electrificate este : Elveția 80%, Suedia 35%, Italia 34%, Olanda 32% Norvegia 23%, Austria 21%, Franța 11%.

Deși Franța ocupă locul al 7-lea, totuși s-au realizat în 1952 economii de cărbune de 3,1 milioane tone, prin electrificarea căilor ferate, ceea ce corespunde producției anuale a bazinului din Ceveni.

m.a.

*) „*Usine Nouv*" Vol. 9 (1953), nr. 21, pag. 25—26.

62/Ec 5/57
LEFORDITVA

Situaţia normării şi reducerii consumurilor specifice de energie în R.P.R.*)

Ing. N. MOLDOVEANU

Consfătuirea organizată de Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. în colaborare cu A.S.I.T-ul, are drept obiect normarea consumului de energie.

Ori normarea se face în scopul economiei de energie.

Referatul de faţă al Inspecţiei energetice, va trata în principal nu problema normării consumului, ci va analiza din diverse aspecte, problema economiei de energie, şi ce trebuie făcut, sub aceste diverse aspecte, spre a se ajunge la economii de energie.

Economia de energie este una din cele mai principale probleme care stau în faţa muncitorilor, tehnicienilor şi inginerilor, energeticieni şi tehnologi, din toate ramurile industriale, din transporturi, construcţii, gospodării comunale şi agricultură. O economie de numai 1% din energia consumată în sectorul industrial, reprezintă, la nivelul de consum din 1955, consumul de combustibil pe 4 luni al celei mai mari centrale electrice actuale din R.P.R. centrala Gh. Gheorghiu-Dej de la Doiceşti.

Pentru a se putea ataca cu succes problema economiilor de energie, trebuie :

— unităţi energetice bine închegate, suficient de puternice şi cu o bună pregătire profesională, care în cadrul ansamblului problemelor energetice, să se preocupe îndeaproape şi permanent de problema economiei de energie şi a creerii condiţiilor necesare acestui scop;

— aparate pentru măsura energiei produse şi consumate sub diversele ei forme;

— o evidenţă corectă a acestor energii;

— posibilitate de constatare a economiilor, adică indici şi norme de consumuri specifice.

Economia de energie trebuie să cuprindă toate formele de energie (energie electrică, termică, mecanică, pneumatică etc.) separat pe fiecare fel de purtători de energie (curent electric, abur apă caldă, gaze etc.

Pînă astăzi, o preocupare oarecum mai intensă, a existat în sectorul energiei electrice, pentru care prin H.C.M. nr. 538 şi 539/1954 s-au luat oarecare măsuri atît în ceea ce priveşte producerea cît şi în aceea ce priveşte consumul. Este de remarcat însă, că din totalul combustibililor consumaţi în 1955 numai în sectorul industrial şi al gospodăriei comunale, doar o cotă mai mică de 20% a fost folosită sub formă de energie electrică, în timp ce restul de mai mult de 80% a fost folosit în instalaţii de producere de energie termică (cazane de abur şi alte instalaţii de ardere) şi mecanică (maşini de forţă cu transmisie mecanică), folosite ca atare. Intrucît combustibilul folosit pentru producerea de energie mecanică în sectorul industrial reprezintă însă extrem de puţin, înseamnă că circa 80% din combustibilii folosiţi în sectorul industrial au servit pentru producerea de energie termică utilizată ca atare. De aici rezultă importanţa foarte mare ce trebuie acordată sectorului producţiei şi consumului de energie termică, care se foloseşte direct sub această formă pentru încălzire şi diverse procese tehnologice.

Să examinăm care este situaţia actuală, din punctele de vedere citate mai înainte.

Organizarea unităţilor energetice

Deşi prin H.C.M. 538/1954, se prevede infiinţarea şi întărirea serviciilor energeticului-coordonator pe ministere, înfiinţarea posturilor de energetici-şefi în direcţiile generale industriale şi intreprinderile de gradul zero şi unu şi numirea de responsabili energetici în restul întreprinderilor industriale, situaţia nu este deloc mulţumitoare.

In adevăr, în multe Ministere şi în foarte multe întreprinderi, problemelor energetice nu li se acordă importanţa cuvenită ponderei lor în economia naţională. Conducerile privesc această problemă ca ceva auxiliar pe lîngă producţia specifică, auxiliar de care se preocupă numai temporar, în momentele în care sectorul energetic nu satisface necesităţile producţiei specifice, şi chiar această preocupare temporară nu priveşte problema energetică decît din punct de vedere al satisfacerii, în orice condiţii tehnice şi economice a producţiei specifice.

Acest mod de gîndire este reflectat şi de felul cum s-au organizat unităţile energetice, adică de cum s-au respectat prevederile H.C.M. 538/954 sub această latură.

Astfel, la M. I. Chimice, deşi în procesele electrochimice energia electrică joacă un rol de primă importanţă, putînd fi echivalată cu o materie primă, în Minister, serviciul energeticului şef este prevăzut cu o schemă de numai două posturi, şi din aceste două posturi unul este al energeticului coordonator pe minister iar al doilea este folosit efectiv de serviciul mecanicului şef. Deci, în acest minister, servi-

*) Referat ţinut la Consfătuirea organizată de A.S.I.T. în colaborare cu Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. privind analiza, normarea şi reducerea consumului de energie în industrie. (5—6 dec. 1955)

ciul energeticului şef coordonator = 1 om = energeticul şef coordonator.

Nici-o direcţie generală din acest minister nu are energetic şef. Sarcinile acestuia sînt duse de tovarăşi care au alte sarcini principale, şi deci de problemele energetice se ocupă cînd pot şi fără autoritatea necesară unui post independent.

Nici în întreprinderile dependente de acest minister situaţia nu este mai bună. La un mare combinat chimico-metalurgic, care are un consum de energie electrică de ordinul sutelor de milioane de kWh/an, energetic-şef este un tehnician, iar serviciul nu mai are nici o altă persoană. In marea majoritate a întreprinderilor nu există nici măcar energetic-şef.

Să spunem, tot cu această ocazie, că în toate întreprinderile M. I. Chimice, cu excepţia direcţiei generale prelucrătoare, personalul energetic calificat numără numai 15% din necesar.

La M.I.M.C.M. din numărul de energetici-şefi de întreprinderi, numai 73% sînt încadraţi ca atare, din care 47% au alte sarcini principale iar de cele energetice se ocupă numai suplimentar, deci insuficient. Dintr-un număr mare de întreprinderi cercetate, în 17% din cazuri pregătirea energeticului şef este total necorespunzătoare. In marea majoritate a cazurilor, energeticii-şefi nu au nici un ajutor şi chiar acolo unde există un serviciu al energeticului şef, el este insuficient încadrat (de exemplu, la CM Reşiţa şi CS Hunedoara, care stau cel mai bine, personalul serviciului energeticului-şef este de maximum 60% faţă de nevoile reale).

La M.I.U. la două direcţii generale din 7,nu există energetic-şef, iar în celelalte cinci direcţii generale, energeticii-şefi au şi alte sarcini principale. In întreprinderile de gradul zero şi unu tutelate de M.I.U. s-au numit efectiv energetici-şefi numai la 22% din întreprinderi, iar la celelalte 78%, fostul electrician de întreţinere şi reparaţii a fost numit energetic-şef, păstrîndu-şi şi vechile sarcini, şi executîndu-le nesatisfăcător şi pe unele şi pe celelalte. In întreprinderile de gradul doi sau mai mici, s-au numit responsabili energetici numai la 61,5% din ele, dar şi în aceste cazuri numirea este pur formală, întrucît cei numiţi au alte sarcini principale şi în plus nu au pregătirea profesinală necesară. Personalul calificat din sectorul energetic al M.I.U. reprezintă azi numai circa 60% din necesar.

La M.I.P. există doar un energetic-coordonator pe minister, fără nici un ajutor. Nu există energetici-şefi la direcţiile generale. La S.R.P. situaţia în central şi la tresturi este mai bună, dispunîndu-se de circa 70% din personalul necesar. Există însă tresturi de foraj şi exploatare, la care mecanicul şef este şi energetic şef şi are ca ajutor, cu toată întinderea teritorială, un singur tehnician. La schele şi oficii în marea majoritate a cazurilor, energetic şef este un maistru electrician, fără pregătire în problemele termice, foarte importante la aceste unităţi. Ei nu au nici un ajutor, nici măcar pentru culegerea datelor de exploatare.

La Ministerul Industriei Cărbunelui lipsesc energetici-şefi la unele întreprinderi, iar la altele ei nu corespund profesional, de exemplu la una din întreprinderi este tehnician lemnar.

O dovadă încă, a felului în care conducerile înţeleg importanţa problemelor energetice şi a unităţilor însărcinate cu rezolvarea lor, este încadrarea necorespunzătoare ca salarizare a a acestor unităţi. Este semnificativ de arătat în acest sens că la M.I.M.C.M. dintr-un mare număr de întreprinderi de gradul zero şi unu care au fost cercetate,postul de energetic-şef are încadrarea XI în 38,4% din cazuri XII în 35% din cazuri şi XIII în restul de 26,6% din cazuri. La întreprinderile de gradul zero şi unu din cadrul M.I.U. încadrarea medie este între XII/2 şi XII/1 unii energetici şefi avînd şi încadrarea X/3. In ceea ce priveşte încadrarea şi în consecinţă competenţa ajutoarelor energeticilor şefi, ea poate fi dedusă prin comparaţie cu încadrarea acestora din urmă.

O categorie importantă de ajutoare ale energeticului-şef o constituie termotehnicienii de calificare superioară. Din acest punct de vedere situaţia este foarte gravă. Ei în mare majoritate lipsesc, excepţie făcînd centralele electrice mai importante ale M.E.E.I.E., cele cîteva întreprinderi foarte importante ale M.I.M. C.M. şi Ministerul Industriei Chimice, rafinăriile importante S.R.P. şi fabricile mari de hîrtie şi celuloză.

Personalul de deservire al utilajelor energetice este de asemenea insuficient, în general cel existent acoperind 65—70% din necesar; mai sus s-au dat cîteva exemple în acest sens. Este de semnalat în cadrul acestui personal, lipsa specialiştilor în problemele de reparaţie şi întreţinere a aparatajului termo-tehnic. Trebuie remarcat de asemenea, în mod special, problema fochiştilor slab pregătiţi, problemă care a fost pe larg desbătută la consfătuirea pe ţară organizată de A.S.I.T. în aprilie 1955 la Oraşul Stalin, astfel încît nu vom mai insista asupra ei.

In domeniul gospodăririi combustibilului H.C.M. numerile 1180/1950 şi 579/1954 au prevăzut înfiinţarea de unităţi responsabile cu combustibilii şi lubrefianţii.

Unităţile înfiinţate în întreprinderi în conformitate cu prevederile H.C.M. citate, se poate spune că stau mai prost încă decît unităţile energetice de care s-a vorbit mai înainte. Unităţile sînt, acolo unde există, în marea lor majoritate, reduse la o singură persoană cu pregătire insuficientă şi care nu poate aduce nici un aport în problema economiilor de combustibil.

In legătură cu aceste unităţi responsabile cu problema combustibilului, noi socotim că ele trebuie să fie încadrate în serviciul energeticului şef.

In fine, trebuie să arătăm că serviciul energeticului-şef este încadrat de obicei la mecanicul şef, în întreprinderi, sau în oficiul mecanicului şef sau în direcţia tehnică generală, în Ministere.

Această situație, noi o socotim nesatisfăcătoare, întrucît mecanicul șef sau direcția tehnică au alte preocupări decît energeticul-șef și numai în cîteva puncte, problemele lor au contigență.

Credem de aceia, că energeticul-șef trebuie să țină în întreprinderi direct de inginerul șef, iar în ministere să fie subordonat direct unui locțiitor al Ministrului. Numai în acest fel, energeticul-șef va putea avea suficientă autoritate și libertate de acțiune, numai așa conducerea întreprinderii sau ministerului, va fi informată direct de situația energetică reală și va putea atunci să rezolve în cunoștință de cauză problemele importante ale sectorului energetic.

Din cele de mai sus a rezultat insuficiența numerică și uneori calitativă a personalului. Trebuie luate măsuri de remediere. Și să nu se creadă, că sprijinind completarea personalului, inspecția energetică nu are în vedere linia justă a creșterii continue a productivității muncii. Trebuie însă să se ia în considerare, că putem vorbi de o asemenea creștere numai atunci cînd o aplicăm unei situații normale. Ori nu acesta este cazul. Sub regimurile burghezo-moșierești trecute, problema energeticei industriale era în general necunoscută, și chiar azi cele arătate mai sus, indică că în foarte multe cazuri ea nu este serios luată în considerare. Să se aprobe deci sporul de personal necesar rezolvării juste a problemelor energetice, să se ridice continuu nivelul său profesional.

Aparate pentru măsura energiei

Intreprinderile, aproape fără excepție, duc lipsă de aparate de măsură, atît pentru energia electrică, cît în special pentru energia termică.

M.E.E.I.E. nu a desvoltat încă suficient producția de contoare de energie electrică, în special cele trifazice pentru racord la reductori de tensiune și intensitate, iar M.I.M.C.M. nu a organizat producția de aparataj termotehnic.

Totuși, întreprinderile ar fi putut să realizeze mai mult în această privință. De exemplu, există numeroase cazuri în care se pot folosi contori electrici monofazați, care se găsesc, montați după schema de măsură cu 2 wattmetri. Nu cunoaștem totuși nici un caz în care să se fi recurs la acest mod de măsură. De asemenea există în unele întreprinderi un număr important de contori necesari, dar sînt prost folosiți. In loc ca ei să fie montați în punctele principale pe secțiile importante sau pe agregatele importante, sînt montați în secții de importanță energetică redusă sau în puncte neprielnice urmăririi unui anumit proces sau unități. In acest sens, se pot cita UPSOM din cadrul Ministerului Industriei Chimice, C.S. Hunedoara din cadrul M.I.M.C.M. etc. De exemplu, la C.S. Hunedoara există contori montați la atelierul mecanic, la turnătorie plus modelărie, la laminorul de deșeuri, care toate la un loc însumează mai puțin de 1,5% din consumul anual de energie electrică al combinatului, în timp ce nu există contori pentru măsura energiei electrice consumate de serviciile auxiliare ale centralei termice, (care reprezintă 5,5% din consumul combinatului) de instalația de compresoare (5%), de cele două stații de pompare a apei (6,5%). De asemenea, contorii de la furnale, serviciile auxiliare ale C.T.E.I. și fabrica de oxigen sînt montați astfel că nu măsoară decît parțial energia consumată, restul consumului determinîndu-se prin evaluare.

In privința aparatelor de măsură termo-tehnice, există și mai puține aparate decît în sectorul electric și majoritatea din cele existente nu funcționează, unele din ele din cauze mai mult sau mai puțin obiective, la unele din ele din cauze minore, de exemplu lipsa hîrtiei speciale pentru inregistrare sau a cernelei speciale, etc. iar altele pur și simplu din cauza lipsei de preocupare a personalului.

In special, în domeniul aparatajului termotehnic, trebuie luate măsuri ca să se organizeze reparația celui existent și să se înceapă fabricarea lui pe o scară largă sau să se admită procurarea lui din import.

De asemenea trebuie intensificată fabricarea de contori electrici trifazici pe reductori și să se înceapă fabricarea de watmetre înregistratoare și frecvențmetre înregistratoare.

Evidența corectă a energiei

Evidența primară a datelor de exploatare a utilajelor energetice, există în bună măsură în centralele electrice, ea este însă mult mai slabă în instalațiile consumatoare. Este însă de remarcat, că în unele întreprinderi, deși formularele de evidență primară există și sînt bune, de la un timp se observă lipsuri în completarea lor.

Ceea ce este însă de observat mai important, este că evidența primară nu este folosită de energetici pentru urmărirea exploatării, a economicității acesteia, prin controlul păstrării parametrilor normali. Aceasta este desigur și o consecință a insuficienții de personal în serviciile energetice și tot odată a nivelului adesea insuficient a acestui personal, care nu știe să interpreteze datele de exploatare.

Serviciile energetice vor trebui să ia în mînă această problemă, să organizeze o evidență primară, clară și completă, și să urmărească prin această evidență mersul economic al instalațiilor.

Anumite date statistice de exploatare din întreprinderi, este necesar să ajungă periodic la cunoștință energeticilor din Ministere, care să examineze mersul întreprinderilor spre a a le putea da îndrumări. In această problemă, în urma intervențiilor făcute de CSP și de inspecția energetică, s-a obținut cu greu de la DCS aprobarea unui formular trimestrial pentru ministerele cu probleme energetice importante. Este de remarcat însă că, la unele ministere,

MIMCM, MIU și MIA conducerile ministerelor fără a analiza suficient problema, din spirit de reducerea formularisticei, au refuzat introducerea acestui formular, astfel că energeticii din ministere, puțini, cu sarcini multe și cu deplasări reduse din cauza micimii fondurilor respective, nu mai cunosc situația din întreprinderi decît semestrial sau anual, prin dările de seamă de Stat.

Norme de consum specific de energie electrică

După cum se știe în 1954 repartiția de energie electrică pentru sectorul industrial pentru anul 1955 s-a făcut în proporție de circa 90% pe baza a circa 150 norme de consum specific, din care circa 100 norme în kWh/unitatea naturală de produs, acoperind circa 60% din consumul industriei din R.P.R. și circa 50 norme în kWh/1 000 lei valoarea producției globale sau a restului producției globale, acoperind circa 30% din consumul de energie electrică al sectorului industrial. Aceste norme au fost stabilite pe bază statistică, luînd în considerare consumurile specifice din anii precedenți, cel mai adesea stabilite atunci, aproximativ pentru prima dată. In cazurile, și acestea destul de numeroase, în care nu au existat date din anii precedenți, s-a dedus norma din evaluarea consumului global.

In cursul anului, urmărirea normelor a arătat greșita stabilire în plus sau în minus a unei părți din aceste norme, în special la cele în kWh pe valoarea producției globale. Inspecția energetică a intervenit în aceste cazuri pentru rectificarea normei de către Departamentele tutelare. S-a observat, în special la unele ministere, o stabilire greșită a normei în kWh/restul valorii producției globale, datorită necunoașterii precise de către energetici a definiției corecte a producției globale.

Inspecția energetică a constatat în cursul controlurilor efectuate că, în foarte multe cazuri, energeticii-șefi ai întreprinderilor nu știau nimic de existența unor astfel de norme (de exemplu la C.M. Reșița R.E.C.A.S.București, Industria Sîrmei Brăila, Fusul Galați, Teba Timișoara etc.) In unele cazuri, de aceste norme nu știa decît cîte un funcționar de la secția de plan a întreprinderii, iar în foarte multe cazuri, conducerea întreprinderii se arăta foarte surprinsă auzind de asemenea probleme.

Se înțelege că în această situație, energeticii șefi nu se preocupau de problema reducerii normei sau stabilirea mai exactă a ei, pe cale experimentală sau analitică.

Dacă energeticii unor întreprinderi nu știau de existența normelor, se datorește desigur unei deficiențe a energeticilor șefi coordonatori din ministere și în special a energeticilor-șefi din direcțiile generale, care rezultă că nu au prelucrat într-o ședință cu toți energeticii întreprinderilor, sau cu ocazia controlurilor pe teren, sau cel puțin în scris printr-o instrucțiune clară și precisă, sarcinile energeticilor din întreprinderi în problema stabilirii, urmăriri și micșorării consumurilor specifice de energie electrică.

O cauză care a făcut ca problema normelor să fie mai slab urmărită, este faptul că în 1955 normele n-au avut caracter formal de sarcină dată prin planul de Stat, ci de normă departamentală, prin planul de Stat planificîndu-se numai o sarcină a reducerii consumului, însă bazată în fond tot pe norme. Pentru 1956, C.S.P. va da norme prin planul de Stat și credem că în acest fel problema va fi mai bine urmărită, deși sub această formă apar alte desavantaje, din stabilirea uneori aproximativă a normei, care în forma din 1955 se putea compensa.

Mai trebuie relevat că în unele unități, ministere și întreprinderi, nu s-a ajuns încă la ideia că problema normelor de consum specific de energie electrică, trebuie rezolvată în comun de energeticieni, cărora le revine răspunderea de ansamblu și sarcina de a mobiliza și pe tehnologi, și de tehnologi. Mai există energetici (de exemplu la C.S. Hunedoara, și I.M.D. Brăila, Chimica Mărășești etc.) care consideră că sarcina de normarea consumului de energie în sectorul tehnologic, revine numai tehnologilor și că energeticul face doar opera de înregistrare, după cum există foarte multe unități în care tehnologii se desinteresează complet de normare și o pasează numai energeticilor (de exemplu la Steaua Roșie Bacău, Fabrica de postav Buhuși, C.M.-Reșița).

Trebuie să arătăm, că alături de întreprinderi care nu s-au preocupat de problema normării, există întreprinderi care au activat și încă mai de mult în această direcție. Semnalăm de exemplu, în general, întreprinderile miniere neferoase și metalurgia neferoasă, precum și alte cîteva întreprinderi, de exemplu U.P.S.O.M. Această întreprindere de pildă are norme interne, stabilite statistic, pe bază de repartiție prin chei empirice, pe care nu le-a prezentat însă cînd s-au făcut normele la C.S.P. pe 1955. De asemenea C.S. Hunedoara are mai multe norme interne, unele suficient de bine și detaliat stabilite, tot pe cale statistică, de exemplu pentru laminate, pe diverse mărimi și calități. La aceste întreprinderi preocuparea în această problemă, a fost a sectorului tehnologic, nu a celui energetic.

Inspecția energetică regretă că nu poate indica în acest referat felul cum s-au realizat în ansamblu normele de consum specific de energie electrică în 1955. Ea nu posedă date de raportare statistică, ci numai date singulare aflate din inspecții. Se poate însă afirma că, în generale, consumurile specifice realizate au fost mai mari ca cele normate, însă depășirile au fost mici.

In domeniul normării consumului de combustibil, acțiunea de normare a început mai serios din 1953 prin C.S.A. și apoi prin C.S.P. Nici în acest sector însă nu există pînă azi norme determinate științific. In orice caz, pentru 1956 există 43 norme, acoperind circa 55% din

consumul industrial prezumat pentru 1956. Normele sînt date pe produse. De remarcat că, în general, cu excepția fabricilor de zahăr, consumul de combustibil pentru centralele electrice este dat separat, însă nu s-a ajuns să se normeze acest consum pentru centralele electrice ale tuturor ministerelor.

Se prevede pentru viitor, normarea a circa 70% din consumul industrial de combustibil, restul de 30% reprezentînd consumuri mici și disparate.

Raportarea realizării normelor de consum specific de combustibil, se face azi încă inexact, pe bază de chei discutabile de repartiție între diversele produse, din cauza lipsei studiilor analitice de normare și a aparatelor de măsură.

In concluzie, se poate spune că preocuparea pentru normele de consum specific de combustibil sau energie electrică este încă slabă. Normele nu au ajuns încă să fie indici operativi. Ele formează în general numai o acțiune de campanie, în perioada întocmirii planului anual.

Studii de norme de consum specific de energie electrică

Prin planul de Stat pe 1955, s-au dat sarcini de studii pentru efectuarea în 1955 de studii de norme, care să acopere circa 40% din consumul de energie electrică al sectorului industrial.

In principal, cu sprijinul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R. și într-o mică măsură al Inspecției energetice (sprijin local), s-a stabilit în 1954 și 1955 metodologia de normare într-o serie de ramuri industriale.

Aplicarea însă a acestei metodologii la stabilirea unor norme nu s-a făcut încă, lucru care rezultă și din referatele prezentate la consfătuire, în care, în general, se spune că studiile făcute vor permite, pentru viitor, stabilirea unor norme. Rămînem deci și pentru 1956 cu un plan dat pe norme nestudiate științific.

In domeniul normării consumului specific de combustibil, putem spune că se stă și mai rău. Studiile întocmite de întreprinderi nu au fost serioase, și chiar ministerele au refuzat să și le însușească, declarîndu-le nesatisfăcătoare. Trebuie arătat că o cauză a acestei situații, este lipsa aparatelor de măsură, insuficiența personalului competent și lipsa de control din partea ministerelor.

Deci, în domeniul stabilirii unor norme științifice pentru consumurile specifice de combustibil și energie, situația este cu totul și cu totul nesatisfăcătoare. Serviciile energetice din întreprinderi, trebuie să pornească cu toată energia la acțiunea de normare științifică, apelînd la sprijinul și colaborarea organelor tutelare și al institutelor de cercetări departamentale și al Academiei R.P.R. Serviciile energetice din ministere trebuie să controleze activ și să îndrume în mod competent întreprinderile tutelate în această acțiune.

Consumul specific complex de energie

Arătam la începutul referatului nostru că economia de energie trebuie urmărită la toți purtătorii de energie. Această urmărire însă este încă incompletă. In adevăr, există în anumite cazuri, posibilitatea de a realiza un anume proces tehnologic prin mai mulți purtători de energie existenți într-o anumită instalație. De pildă, pomparea sau suflarea de aer se poate face prin electro-pompe (electrosuflante) sau turbopompe (turbosuflante) concomitent existente într-o instalație. Este necesar în acest caz, să se studieze care fel de pompă (suflantă) este mai economică și să se stabilească o normă pentru pompare (suflare), indiferent de instalația care este folosită la antrenare, norma dîndu-se pentru funcționarea instalației celei mai economice, pentru a nu se permite evaziuni. In alte cazuri, de exemplu la laminare, energia electrică pentru laminare este mai mare dacă temperatura lingoului nu este cea mai potrivită. Dacă nu există un consum complex la laminoare și dacă, de exemplu, la un moment dat consumul de energie electrică realizat este sub normă, iar norma de consum de combustibil la cuptoarele de încălzire este în pericol să fie depășită, atunci muncitorii încălzesc lingoul mai puțin și cheltuiesc deci mai puțin combustibil, în schimb se consumă mai mult în procesul mecanic de laminare.

Trebuie deci să se stabilească consumuri specifice complexe de energie. In prealabil, pentru fiecare caz în parte, trebuie să se determine unitatea comună de exprimare a diverselor feluri de energie. Se pare, că în această privință, s-ar putea lua fie kcal considerînd energia termică intrată în purtătorul de căldură folosit, transformînd energia electrică consumată cu ajutorul relației 1 kWh = 840 kcal și energia pneumatică în funcție de kWh folosite la producerea ei, fie se poate lua kWh folosită direct și pentru producerea energiei pneumatice folosite transformîndu-se energia termică pe baza relației 1 000 kcal = 1,19 kWh.

In orice caz, normarea consumurilor specifice complexe, este nevoie să fie studiată de urgență concomitent sau cu un mic decalaj în urma studierii consumurilor specifice de energie termică și pneumatică.

Surse de economie de energie

In întreprinderile producătoare și consumatoare de energie electrică există posibilități mari de economie de energie, unele încă foarte puțin exploatate. Vom face doar o enumerare scurtă.

A. *La producerea energiei termice și electrice*

a) *O exploatare și întreținere corectă a instalațiilor existente.* Necesită doar personal suficient, conștiincios și bine pregătit profesional și introducerea și aplicarea prescripțiilor de exploatare tehnică. Sub acest ultim aspect trebuie să arătăm că ministerele nu organizează

informarea întreprinderilor asupra prescripțiilor care apar și nu organizează bine procurarea de către întreprinderi și chiar de către ministere a acestor prescripții.

b) *Dotarea instalațiilor actuale cu aparate de măsură* pentru controlul tuturor parametrilor.

c) *Completarea cazanelor cu economizoare și preîncălzitoare.*

d) *Repararea corectă a utilajelor.* Este suficient să arătăm că circa 10% din puterea centralelor electrice este indisponibilă din cauza uzurilor, care antrenează automat funcționarea la alți parametrii decît cei nominali, deci consum sporit de combustibil. Aici o deficiență există la M.I. M.C.M. care nu a organizat încă fabricarea de piese de schimb și de rezervă.

e) *Eliminarea scăpărilor de abur și apă,* prin folosirea de armături bune. Și aici M.I.M.C.M. este în deficiență.

f) *Mecanizarea și automatizarea instalațiilor existente.*

g) *Casarea utilajelor foarte vechi* cu randamente prea scăzute (valabil în special pentru cazane cu abur).

h) *Înlocuirea utilajelor casate* și executarea amplificărilor cu instalații moderne, automatizate cu randamente ridicate, cu folosirea complexă a energiei.

i) *Interconectarea tuturor centralelor electrice industriale* și funcționarea conform repartiției optime a sarcinilor. Ministerele nu prevăd în planurile lor lucrările de interconectare, sau le întîrzie enorm (de exemplu fabrica de hîrtie 1 Septembrie Bușteni).

j) *Folosirea pe scară largă a termoficării industriale și urbane.* Dacă în termoficarea urbană sînt greutăți mai mari, în schimb termoficarea industrială nu este legată de dificultăți prea mari. Nu există totuși o preocupare intensă în această privință. De exemplu, s-a oferit M.I.U. o turbină cu contra presiune, prin transfer, dar preferă să renunțe la ea decît să mai prevadă în plan cazanul cu abur necesar, cu toate că investiția s-ar amortiza în cîțiva ani. De asemenea, o întreprindere care are azi o turbină de termoficare, folosită pentru încălzire, numai iarna, se gîndește să renunțe la ea pentru a creia un spațiu necesar unei amplificări a sălii cazanelor.

k) *Folosirea resurselor energetice secundare este foarte slabă.* Există, în special în siderurgie, numeroase cazuri de aruncare pe coș sau la canal, a gazelor sau apelor cu căldură sensibil ridicată. Problema nu este însă studiată și probabil că există numeroase cazuri de posibilități economice de folosire rațională a acestor resurse secundare (de exemplu la CM Reșița și Victoria Calan, gazele de furnal).

B. *La consumul de energie*

a) *O exploatare corectă a utilajelor existente,* prin evitarea mersului în gol și mărirea productivității. Citățm cuptoare electrice care sînt folosite zilnic pentru cîte o șarjă, și la care se pierd prin răcirea periodică importante cantități de căldură. S-ar putea ca ele să funcționeze în trei schimburi cîteva zile într-o săptămînă, acoperind producția pe o lună. Limitatoarele de mers în gol nu sînt în general folosite, deoarece numărul mare de conectări și deconectări distruge repede contactele de la întrerupători și contactori. M.E.E.I.E. nu a rezolvat încă problema acestor contracte. De menționat că unele întreprinderi au fabricat singure limitatori de mers în gol, și au modificat contactele întrerupătoarelor și contactoarelor, obținînd bune rezultate.

Condițiile unei bune exploatări sînt între altele: existența unui personal suficient și bine pregătit, colaborarea energeticilor cu tehnologii și introducerea prescripțiilor de exploatare tehnică a instalațiilor.

b) *Dotarea cu aparate electrice de măsură* (contori cel puțin), a diverselor secții ale întreprinderilor, precum și a agregatelor mari consumatoare de energie electrică, MEEIE trebuind să intensifice fabricarea acestor aparate.

c) *Introducerea tehnologiilor noi și a automatizării și mecanizării* proceselor tehnologice noi și existente.

d) *Întreținerea corectă a utilajelor și instalațiilor* micșorînd pierderile de energie electrică, termică, pneumatică la minimum economic.

e) *Ameliorarea factorului de putere.* Asupra acestui punct ne vom extinde ceva mai mult, întrucît nu s-au folosit încă posibilitățile existente dar toată lumea motivează deficiențele în această acțiune prin lipsa condensatorilor statici și a compensatoarelor sincrone. Ministerele nu au executat serios prevederea din H.C.M. 538/1954 privind cercetarea energetică a întreprinderilor.

Există foarte multe motoare supradimensionate, dar schimbări s-au făcut foarte puține. Trebuie să se facă tablouri de fiecare întreprindere, după ce s-au folosit posibilitățile proprii, de motoarele de care au nevoie și de motoarele care, prin înlocuire, devin disponibile. Absolut sigur că se va putea găsi, pe baza acestor tablouri, posibilitatea de schimb de motoare între întreprinderile unui aceluiași minister sau depinzînd de ministere diferite. Trebuie arătat că întreprinderile nu folosesc nici modificarea conexiunilor la motoarele slab încărcate.

In foarte multe întreprinderi de metalurgie prelucrătoare, continuă să se execute piese mici la mașini-unelte mari, deși în același moment stau nefolosite unele mașini mici.

Există de asemenea întreprinderi, în care există motoare sincrone, dar nu sînt folosite posibilitățile lor de debitare de putere reactivă.

In ceea ce privește folosirea motoarelor sincrone I.E., a emis din ianuarie 1955 o instrucțiune potrivit căreia instalarea de astfel de motoare este admisă numai cu avizul inspecției energetice, dacă se demonstrează imposibilitatea folosirii motorului sincron. Intreprinderile și Ministerele însă nu se preocupă din timp de

comandarea motoarelor sincrone și vin în ultimul moment să ceară aprobarea pentru motoare asincrone, pe motiv că nu li se pot livra motoare sincrone în timp util punerii în funcțiune a utilajelor tehnologice antrenate.

Pe de altă parte, întreprinderile se preocupă cu totul insuficient de problema sincronizării motoarelor asincrone.

Numeroase posturi de transformare de racord și din instalațiile abonaților sînt slab încărcate. M.E.E.I.E, trebuie să revadă situația posturilor de racord și să înlocuiască transformatoarele supra-dimensionate în raport cu sarcina. De asemenea M.E.E.I.E, trebuie să pună la dispoziția consumatorilor maneta de comandă a întrerupătoarelor, transformatoarelor, pentru ca abonații să poată scoate de sub tensiune o parte din transformatoare, în orele de sarcină redusă.

In privința fabricării de mijloace de compensare, M.E.E.I.E este în deficiență. Trebuie să se înceapă imediat fabricarea pe scară industrială de condensatoare statice și compensatoare sincrone, precum și de motoare sincrone.

S-a arătat mai sus ceea ce nu s-a făcut în materie de ameliorarea factorului de putere. Există însă și oarecare realizări. Astfel, sub impulsul și cu concursul inspecției energetice, s-au pus în funcțiune în regim de compensatori sincroni o serie de generatoare ale căror motoare primare erau defecte, de asemenea s-au sincronizat cîteva motoare asincrone. Sovrompetrol a montat de asemenea, o putere relativ importantă de condensatori statici, însă ritmul de montare este nesatisfăcător : la S.R.P. se mai găsesc încă condensatori nemontați, iar M.E.E.I.E. nu a montat nici el condensatorii ce i-au fost dat de S.R.P. pentru stațiile deservind S.R.P-ul.

Concluzii

In desfășurarea referatului nostru s-au arătat pe puncte realizările, deficiențele și măsurile ce trebuie luate pentru a se ajunge la importante economii de energie din rezervele mari care există în instalațiile din R.P.R.

In finalul referatului vom sublinia numai necesitatea de a se porni de către forurile cele mai superioare la o acțiune de lămurire și convingere a tuturor conducerilor ministerelor asupra importanței deosebite a problemei energetice în economia generală a R.P.R. Această acțiune va trebui apoi împinsă de la conducerile Ministerelor către direcțiile generale și conducerile întreprinderilor. Numai în acest fel socotim că se va ajunge la organizarea mai satisfăcătoare a gospodăriei energetice, la crearea unor servicii energetice puternice și competente care să poată lua măsuri pentru îmbunătățirea situației și să fie sprijiniți de conducerile respective.

In această acțiune este necesară existența unui regulament de organizare a unităților energetice, care să cuprindă sarcinile și drepturile acestor unități, precum și scheme tip de organizare, în funcție de importanța și caracterul energetic al întreprinderii sau ministerului respectiv. Sarcina (recomandarea) întocmirii unui asemenea regulament s-a trasat și prin rezoluția consfătuirii organizată de ASIT în august 1954, dar ministerele nu au sprijinit la timp inspecția energetică. Regulamentul este în lucru actualmente la inspecția energetică.

Prin acest regulament, să se prevadă între altele că serviciile energetice sînt servicii independente, în întreprinderi ținînd de inginerul șef, iar în ministere de un locțiitor al ministrului.

De asemenea, în acțiunea de economie de energie, trebuie ca întregul personal energetic să fie cointeresat. Prin H.C.M. 538/1954 s-a trasat sarcina întocmirii unui regulament de premiere pentru problemele electro-energetice de la consumatorii de energie electrică. Nici în această acțiune ministerele nu au sprijinit inspecția energetică decît în ultimul timp. Regulamentul va fi gata în cursul acestui an.

In ceea ce privește premierea pentru economia de combustibil ea este introdusă azi, însă numai la anumite ministere și numai pentru anumite ramuri și produse. C.S.P., trebuie să intervină pentru aplicarea generală a premierii pentru economiile de combustibil, și în general, pentru întocmirea unui regulement de premiere pentru economia de energie sub orice formă.

Credem, că în urma luării măsurilor prevăzute în prezentul referat, acțiunea economiei de energie va putea să dea roade importante.

Consfătuirea asupra exploatării reţelelor electrice şi mecanizării reparaţiei lor în U. R. S. S.

Intre 7 şi 10 mai 1955 s-a organizat la Moscova, prin îngrijirea Ministerului Centralelor Electrice din U.R.S.S. o consfătuire cu subiectul menţionat mai sus, la care au participat delegaţi ai întreprinderilor energetice regionale, în frunte cu „Mosenergo", delegaţi de la întreprinderile de proiectare, montaj şi punere la punct a reţelelor electrice, reprezentanţi ai Ministerului Centralelor Electrice şi ai altor departamente interesate în funcţionarea reţelelor — şi în fine delegaţi ai institutelor de învăţămînt superior şi de cercetări ştiinţifice, — în total circa 400 persoane.

Rapoartele prezentate la consfătuire au avut ca subiecte :

— *„Situaţia exploatării şi lucrărilor de reparaţii în reţelele de înaltă tensiune"*, — raport prezentat de locţiitorul Ministrului Centralelor Electrice, *V. S. Ermakov*;

— *„Despre folosirea stîlpilor de beton armat la liniile de transport şi distribuţie a energiei electrice"* (*A. M. Nekrasov*, conducătorul direcţiei tehnice din Ministerul Centralelor Electrice şi *P. K. Kriukov*, ing. şef al secţiei Leningrad a organizaţiei „Teploenergoproiect").

— *„Staţia mecanizată de reparaţii a liniilor de transportul şi distribuţia energiei electrice"*, prezentată de delegatul „Orgres" *) *N. P. Astahov.*

— *„Probleme de organizarea exploatării şi reparaţiilor, în reţelele electrice de înaltă tensiune ale întreprinderii* „Mosenergo", raport prezentat de ing. şef al acesteia, *D. P. Klementiev.*

— *„Despre organizarea fabricării dispozitivelor pentru repararea liniilor de transport şi distribuţie a energiei electrice,"* — problemă expusă de *Al. Savinth*, ing. şef la „Glavenergozapciaşti" (întreprinderea principală pentru utilaje de reparaţii energetice).

Atît din rapoartele prezentate, cît şi mai ales din discuţiile ce le-au urmat şi la care au participat 27 vorbitori, s-au desprins următoarele idei principale şi preocupări care frămîntă în prezent energetica sovietică, în domeniul reţelelor de transport şi distribuţie :

1) Dezvoltarea rapidă a reţelelor a scos în evidenţă anumite lipsuri şi rămîneri în urmă, care trebuie urgent remediate. Se insistă în special asupra reducerii personalului de supraveghere al liniilor, ceea ce va fi posibil cînd se vor fabrica pe scară industrială aparatele de detectat defectele pe linii electrice aeriene. Cu aceasta se vor putea reduce posturile şi echipele de supraveghere, care reprezintă un personal relativ numeros, la întinderea mare a reţelelor sovietice. De asemenea, se caută posibilitatea reducerii personalului staţiilor, prin automatizarea maximă a acestora, respectiv prin introducerea staţiilor comandate de la distanţă.

2) Reducerea cheltuielilor de reparaţii şi revizii la linii şi staţii —, prin scurtarea timpului consumat cu reparaţiile, reviziile şi măsurătorile care necesită scoaterea lor din funcţiune, — este o sarcină importantă a unităţilor de reţele. Ea impune raţionalizarea operaţiilor respective, în care scop contribuie într-o mare măsură staţiile (centrele) de reparaţii mecanizate. In orice caz, este nevoie de mai multe utilaje şi dispozitive mecanice, mecanizarea reparaţiilor în reţele fiind încă la un nivel relativ redus.

Unităţile de reţele solicită să li se repartizeze suficiente mijloace de mecanizare, cum ar fi : camioane grele şi uşoare, macarale auto, turle telescopice, scări izolate, remorci, agregate pentru reparaţii complexe „Orgres", aparate de tachelaj şi utilaj de mică mecanizare, — şi în general, cît mai mult utilaj pentru lucrul sub tensiune.

Pe de altă parte, normele de tehnica securităţii nu mai corespund cu progresele tehnicii în lucrări de reţele, frînînd mult reparaţiile sub tensiune.

In consecinţă, delegaţii unităţilor de exploatare cer revizuirea lor. In principiu, se preconizează combinaţii cît mai raţionale între lucrul sub tensiune şi lucrul efectuat cu oprirea instalaţiilor, pentru reducerea la minimum a întreruperilor planificate în acest scop.

In fine, se propune reparaţie centralizată a autovehiculelor, cu care se poate obţine o creştere sensibilă a factorului de utilizare a acestora.

3) Ameliorarea calităţii stîlpilor de lemn din reţele prin suprimarea stîlpilor neîmpregnaţi, care se mai întrebuinţează şi azi. La stîlpii în funcţiune, se preconizează impregnarea superficială prin pulverizare. In ceea ce priveşte impregnarea stîlpilor noi, este nevoie să se înceteze tratarea stîlpilor insuficient uscaţi, — în care scop, se propune formarea unor stocuri suficiente de stîlpi bruţi la uzinele de impregnare, pentru a se asigura o uscare completă a acestora. Se preconizează de asemenea amenajarea unei noi mari uzini de impregnat stîlpi de lemn, în oraşul Kirov. In fine, s-a propus şi înlocuirea traverselor de lemn la stîlpi-portali, cu traverse de beton armat.

S-au scos în evidenţă, cu ocazia consfătuirii, avantajele în exploatare ale stîlpilor de beton armat, preconizîndu-se chiar construcţia integrală a liniilor 35 kV pe astfel de stîlpi, de preferinţă cu izolatori rigizi pe console, — cu excepţia zonelor muntoase, în care se riscă deteriorarea stîlpilor de beton armat, la transport şi montaj. S-a cerut totodată confecţionarea de ghiare speciale pentru urcatul pe astfel de stîlpi.

In fine, s-a propus urmărirea rezultatelor exploatării liniilor pe stîlpi de beton armat din regiunea Kaliningrad, cu utilizarea concluziilor trase din acestea.

Părerile asupra stîlpilor de beton armat au fost totuşi împărţite : unii delegaţi i-au apreciat ca fiind greoi la transport, neeconomici, adevăraţi „stîlpi metalici tencuiţi". S-a cerut de asemenea să se rămînă la tipul cu aşezarea conductoarelor pe o orizontală.

In ceea ce priveşte stîlpii metalici, s-a propus executarea lor din oţel aliat, cu rezistenţe mecanice superioare, în special la liniile de 220 şi 400 kV, permiţînd o economie de circa 25% la oţel, faţă de întrebuinţarea oţelului ordinar de construcţii. Dată fiind siguranţa mare în funcţionare a acestor stîlpi, s-a propus chiar suprimarea posturilor de reparaţii pe linii cu astfel de stîlpi.

S-a mai propus să nu se mai construiască linii telefonice separate de exploatare pentru reţelele de înaltă tensiune, utilizîndu-se la maximum traseele existente telefonice ale Ministerului Poştelor şi Telecomunicaţiilor.

Se tinde la o îngrădire cît mai categorică a avariilor din reţele, datorite unor deficienţe în calitatea materialelor şi montajului la linii şi staţii. In acelaşi timp însă, se simte nevoia simplificării instrucţiunilor şi circularelor de analiza şi prelucrarea avariilor şi de reducerea documentaţiilor (instrucţiunilor) locale.

In general, s-a pus problema reducerii cantităţii publicaţiilor emise de Ministerul Centralelor Electrice. Se cere ca acesta să emită numai indicaţii, directive de bază, care să se precizeze şi detalieze la locurile de producţie, cu respectarea condiţiilor locale.

S-au adus serioase critice organizaţiilor de proiectare „Teploenergoproiect" şi „Glavelelektrosetiproiekt". Anume, li s-a imputat o anumită lipsă de plan de perspectivă în raport cu desvoltarea rapidă a reţelelor, întîrzieri în executarea documentaţiilor şi exagerările în proiectare (linii cu

*) Organizaţia pentru raţionalizarea procedeelor de construcţie a reţelelor electrice.

prea mulţi sau prea puţini stîlpi de întindere, protecţii şi semnalizări). Secţiile din provincie (în afara sediilor din Moscova şi Leningrad ale Institutelor de proiectare citate), nu au dovedit că pot rezolva în mod independent probleme tehnice mai dificile. Se cere remedierea acestor lipsuri, în care sens s-au dat asigurări de inginerul şef de la „Teploenergoproekt", *F. D. Ivanişcenko*. In fine, s-a cerut revizuirea proiectelor — tip executate de acest din urmă Institut.

In cursul consfătuirii s-a accentuat nevoia unor informaţii tehnice mai complete, din U.R.S.S. şi din alte ţări; divizarea revistei „Elektriceskie stanţii" (Centrale electrice) într-o publicaţie cu specific termic şi una cu specific electric, coordonarea problemei mecanismelor şi dispozitivelor pentru reparaţii de linii, o atenţie mai mare de acordat inovatorilor şi raţionalizatorilor. La sfîrşitul discuţiilor au vorbit directorii generali de resort din Minister şi Locţiitorul Ministrului D. G. Cijov, arătînd măsurile concrete ce se vor lua în 1955—1956, pentru înlăturarea tuturor lipsurilor semnalate. Ultimul a vorbit Ministrul Centralelor Electrice, *G. M. Malenkov*, făcînd un apel în sensul dezvoltării iniţiativei creatoare a lucrătorilor industriei energetice, în scopul unei juste rezolvări a problemelor desbătute. După consfătuire, delegaţii au vizitat o expoziţie de machete cu utilaje şi dispozitive de mecanizare a reparaţiilor în reţele, precum şi staţia 400 kV Noghinski.

Ca urmare a rezoluţiei redactate la sfîrşitul consfăturirii, Ministerul Centralelor Electrice din U.R.S.S. a elaborat măsurile pentru dezvoltarea ulterioară şi îmbunătăţirea exploatării reţelelor electrice, prevăzînd revizuirea normelor de periodicitate a reparaţiilor în reţele.

Totodată, s-a aprobat revizuirea regulilor de tehnica securităţii în ceea ce priveşte lucrul sub tensiune, precum şi a „Regulilor de amenajare a instalaţiilor electrice" şi a proiectelor — tip, introducerea staţiilor comandate de la distanţă, împuţinarea clădirilor auxiliare (turnuri de decuvare. gospodării de ulei, etc.), renunţarea la căi ferate de acces şi simplificarea schemelor de alimentare cu energie electrică a consumatorilor.

Ing. *V. R.*

Consfătuirea pe ţară privind consumurile specifice de energie în industrie

In zilele de 5, 6 decembrie 1955, s-a organizat la Bucureşti, de către Consiliul Central ASIT (Secţia Electricitate) în colaborare cu Institutul de Energetică al Academiei R.P.R., o consfătuire pe ţară, cu tema: „*Stabilirea, normarea şi reducerea consumurilor specifice de energie în industrie*".

In ansamblul problemelor legate de economia de energie, un rol deosebit de important îl ocupă problema normării şi reducerii continue a consumurilor specifice de energie în întreprinderile din toate ramurile industriale.

Asemenea probleme, pînă în prezent, au fost tratate mai mult teoretic, cu excepţia domeniului energiei electrice în care s-a obţinut unele rezultate pozitive, ca urmare a hotărîrilor luate, în urma consfătuirilor organizate de Consiliul Central ASIT (prima consfătuire pe ţară privind factorul de putere, la Sibiu, între 4 şi 5 iulie 1953 şi prima consfătuire pe ţară privind consumurile specifice de energie electrică, la Bucureşti, între 6 şi 7 august 1954).

Astfel, ca realizări mai importante pentru consumurile specifice de energie electrică sînt de menţionat, cele obţinute în industria petrolului, prin studiile referitoare la forajul sondelor, extracţia şi prelucrarea ţiţeiului, cele obţinute în industria chimică, pentru o serie de produse chimice de bază, precum şi cele din industria uşoară prin circa 30 de studii întocmite pentru diferite produse din această ramură industrială.

Deasemenea Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. a elaborat o primă metodologie pentru studiul şi normarea consumurilor specifice de energie electrică şi a întocmit şi cîteva studii pentru unele industrii (chimică ,materiale de construcţii, extracţie cărbuni ,etc.) dînd totodată şi asistenţă tehnico-ştiinţifică ministerelor şi întreprinderilor interesate.

In ceea ce priveşte Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. (ASIT) , aceasta a determinat sub îndrumarea sa realizarea studiilor privind metodologia şi consumul specific de energie electrică la forajul electric rotativ şi extracţia ţiţeiului, raţionalizarea consumului de energie electrică la fabrica textilă Victoria din Iaşi, reducerea consumului de energie electrică la întreprinderea Carbochim din Cluj, utilizarea motoarelor sincrone în acţionările electrice din industria petrolului, etc. Tot în acest scop ASIT a răspîndit larg studii metodologice, bibliografia existentă, organizînd şi schimburi de experienţă sau consfătuiri locale.

Pe de altă parte Inspecţia Energetică din cadrul Ministerului Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice, printr-o acţiune susţinută de îndrumare şi control, a determinat adîncirea ştiinţifică a cercetărilor în domeniul stabilirii consumurilor specifice de energie electrică.

Apreciindu-se totuşi, că realizările arătate mai sus nu pot fi considerate complet satisfăcătoare, deoarece mai sînt încă întreprinderi industriale în care nu există o preocupare continuă şi organizată pentru stabilirea şi reducerea continuă a consumurilor specifice de energie electrică, iar chiar acolo unde s-au întocmit asemenea studii ele nu sînt aplicate şi extinse la întregul sector industrial, Consiliul Central ASIT (Secţia de Electricitate), în colaborare cu Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. au organizat o consfătuire pe ţară în scopul intensificării acestei acţiuni, extinzînd preocupările la consumurile specifice de energie de toate formele.

La această consfătuire au participat cca 200 delegaţi din ţară, din diferitele ramuri industriale. Desbaterile acestei consfătuiri au durat două zile (5—6 dec. 1955).

Astfel, prima zi a desbaterilor consfătuirii, s-a deschis prin cuvîntul de salut ţinut de tov. Dr. Ing. *A. Avramescu*, membru corespondent al Academiei R.P.R., din partea Institutului de Energetică al Academiei R.P.R. şi de tov. Ing. *N. Moldoveanu* din partea Secţiei de Electricitate a Consiliului Central ASIT.

După aceasta, conform ordinei de zi, s-a trecut la prezentarea referatelor întocmite pentru această consfătuire.

Primul referat a fost: „*Analiza normarea şi reducerea consumului specific de energie în întreprinderile cu procese de fabricaţie continue*" prezentat din partea Institutului de Energetică al Academiei R.P.R. ,referent fiind tov. Ing. *Nagy Csaba*.

In acest referat s-au indicat măsurile ce trebuie luate în vederea stabilirii cît mai juste a caracteristicilor energetice şi a reducerii consumurilor specifice de energie pentru întreprinderile care au procese de fabricaţie continue. Tot odată s-au arătat şi metodele pentru determinarea consumurilor specifice (statistică, calculaţie, experimentală, combinată), menţionîndu-se care sînt cele mai indicate, în diferite cazuri.

In ceea ce priveşte acţiunea de reducere a consumurilor specifice, referatul arată două grupe de măsuri tehnice:

— prin schimbarea tehnologiei de fabricaţie

— prin măsuri pur energetice.

exemplificînd şi cîteva ramuri industriale unde asemenea măsuri ar conduce la rezultate apreciabile.

Al doilea referat cu titlul: „*Normarea consumului de energie şi indicii tehnico-economici în rafinăriile de petrol*" a fost prezentat din partea Ministerului Industriei Petrolului de către tov. Ing. *N. Mărăşescu*.

Referatul se ocupă de problema stabilirii consumurilor de energie electrică şi călduri în rafinăriile de petrol, pe operaţii, pe cicluri de fabricaţie sau în ansamblu pe întreaga rafinărie. Referatul a fost însoţit de un interesant material documentar (tabele cu rezultate, diagrame şi scheme).

Al treila referat cu titlul: „*Consumurile specifice de energie electrică în industria chimică, precum şi posibilităţile de micşorare a acestor consumuri*" a fost prezentat din partea Ministerului Industriei Chimiei, de către tov. Ing. *T. Ioaniţescu*.

Referatul arată preocuparea pentru cunoaşterea, stabilirea şi reducerea consumurilor specifice de energie electrică la o

serie de produse importante din această ramură industrială (carbid, clorosodice, acid sulfuric) precum şi măsurile luate în cadrul întreprinderilor, pentru îmbunătăţirea factorului de putere.

Al patrulea referat cu titlul : *„Consideraţii generale asupra consumului de energie în sectorul industrial al hîrtiei şi celulozei"* a fost prezentat din partea Ministerului Industriei Lemnului, Hîrtiei şi Celulozei de către tov. Ing. *S. Ştefănescu-Radu.*

In referat s-a arătat situaţia consumurilor de energie electrică şi termică în procesul tehnologic de fabricaţie a celulozei şi hîrtiei. Referatul arată cauzele care conduc în prezent la pierderi mari de energie propunînd anumite măsuri pentru reducerea acestor pierderi. In ultima parte a referatului s-au arătat şi măsurile luate pînă în prezent cît şi cele de luat pentru viitor în vederea îmbunătăţirii factorului de putere în această ramură industrială.

Al cincilea referat cu titlul : *„Stabilirea consumurilor de energie în sectorul fibrelor artificiale"* prezentat din partea Ministerului Industriei Uşoare de către tov. Ing. *Nemeth P.*

Referatul prezintă studiile întocmite la două întreprinderi ce fabrică fibre artificiale ,aproximativ cu acelaşi proces tehnologic. La sfîrşitul referatului se fac o serie de propuneri în vederea reducerii, în general, a consumurilor de energie cît şi a îmbunătăţirii factorului de putere.

Al şaselea referat cu titlul : *„Normarea şi reducerea consumurilor specifice de energie"* prezentat din partea Inspecţiei Energetice din MEEIE de către tov. Ing. Şef. *N. Moldoveanu.*

In referat se analizează sub diferite aspecte problema economiei de energie (organizarea unităţilor energetice, problema aparatelor de măsură, evidenţa energiei, normele de consum de energie electrică şi studiile de norme de consum specific în anul 1955, surse de economisirea energiei, etc. Referatul se termină cu o serie de propuneri de măsuri în vederea atingerii scopului final : economia de energie de toate formele.

Ca o concluzie asupra referatelor prezentate se poate menţiona nivelul tehnico-ştiinţific ridicat al acestor referate, al căror conţinut s-a bazat în cea mai mare parte pe realizări efective ale inginerilor şi tehnicienilor în diferitele ramuri industriale din ţara noastră.

După epuizarea prezentării referatelor, a luat sfîrşit prima zi a desbaterilor acestei confătuiri.

Ziua a doua a desbaterilor consfătuirii (6 dec. 1955 , a fost dedicată întrebărilor, răspunsurilor la întrebări şi discuţiilor.

Tovarăşii referenţi au dat răspunsuri la întrebările puse de către participanţi, lămurind astfel o serie de probleme prezentate în referatele respective. După terminarea răspunsurilor, au urmat discuţiile care s-au purtat pe marginea referatelor prezentate, discuţii care au fost animate prin participarea a numeroşi ingineri şi tehnicieni din diferitele ramuri de activitate industrială.

Discuţiile purtate, împreună cu propunerile făcute au contribuit într-o largă măsură la lămurirea problemei economiei de energie în general, arătînd totodată şi deosebitul interes pe care l-a stîrnit această problemă în lumea tehnicienilor şi inginerilor.

Cu ocazia discuţiilor s-a remarcat de către cei prezenţi la această consfătuire, slaba participare a persoanelor din conducerile superioare ale Departamentelor şi Direcţiunilor Generale Industriale din Departamente.

După încheerea discuţiilor a luat cuvîntul tov. Prof. Ing. *M. Bercovici* membru corespondent al Academiei R.P.R. care a arătat, în introducere că lucrările acestei consfătuiri s-au ţinut în cinstea celui de al II-lea Congres al Partidului Muncitoresc Romîn, reprezentînd astfel un angajament solemn al inginerilor şi tehnicienilor din R.P.R,, membri ASIT, în lupta pentru introducerea tehnicii noii, pentru cauza păcii şi socialismului.

Vorbitorul a făcut o analiză asupra desfăşurării consfătuirii, făcînd aprecieri asupra nivelului tehnico-ştiinţific la care s-a desfăşurat această consfătuire, şi trăgînd apoi concluzii asupra preocupărilor de viitor ale inginerilor şi tehnicienilor privind problema economiei de energie de toate formele.

In încheiere s-a arătat că problema stabilirii normării şi reducerii consumurilor specifice de energie electrică a devenit o problemă de stat şi ca atare a fost inclusă în planul de stat pe 1956, urmînd ca în cadrul celui de al II-lea plan cincinal să se introducă în planul de stat şi preocuparea pentru celelalte forme de energie.

După încheerea desbaterilor consfătuirii, ţinînd seama de propunerile făcute în referate şi cu ocazia discuţiilor purtate, din partea Comisiei de Rezoluţii a consfătuirii tov. Ing. *G. Panaitescu* a dat citire unui proiect de recomandări, care a fost aprobat în unanimitate de participanţii la această consfătuire.

Din proiectul de recomandări prezentat menţionăm următoarele :

— In întreprinderile industriale este necesară o raţională şi stabilă organizare a proceselor de producţie iar, folosirea resurselor secundare de energie, trebuie să constituie o problemă de bază.

— Ministerele şi organizaţiile economice centrale să creieze grupe de normare tehnică, cu personal corespunzător, şi să întărească continuu serviciile energetice, pentru a fi capabile să rezolve toate problemele gospodăriei energetice.

— Inspecţia Energetică în colaborare cu departamentele industriale să întocmească şi să supună spre aprobare regulamentul pentru organizarea unităţilor energetice şi pentru premieri pe criterii energetice.

— Ministerele şi întreprinderile industriale să se ocupe de introducerea şi extinderea termoficării industriale, ca unul din cele mai avansate mijloace de reducere a consumului de combustibil.

— Intreprinderile să se ocupe de montarea aparatelor de măsură necesare, iar departamentele respective să asigure fondurile necesare.

— Direcţia Generală a Metrologiei să organizeze cursuri speciale, pentru exploatarea, întreţinerea, repararea şi reetalonarea aparatelor de măsură şi control. Deasemenea să se înfiinţeze ateliere regionale pentru repararea aparatelor de măsură şi control.

— Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. să realizeze studii complete, la diferite întreprinderi pentru stabilirea măsurilor de reducere a consumurilor specifice de energie, care să constituie modele pentru întreprinderi cu activitate similară, dînd şi asistenţă tehnică în asemenea probleme la cererea departamentelor şi întreprinderilor. Deasemenea Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. să ia în studiu problema ameliorării instalaţiilor de ardere şi în special a injectoarelor pentru păcură cracată şi pentru gaze.

— Inspecţia Energetică din M.E.E.I.E. să lărgească acţiunea sa sub aspectul de coordonare şi îndrumare pentru adîncirea ştiinţifică a cercetărilor, în domeniul stabilirii normelor de consum specific de energie, colaborînd la această acţiune în Consiliul Central, filialele şi cercurile ASIT, care trebuie să dea o formă organizatorică nouă adecuată acestei acţiuni.

— Organele sindicale de ramură şi de întreprinderi precum şi secţiile de specialitate şi cercurile ASIT trebuie să desfăşoare o vie activitate organizatorică şi de popularizare a acţiunii de economisire a energiei de toate formele.

— Inginerii, tehnicienii, energeticienii din întreprinderi să ducă o muncă susţinută în această problemă şi să facă cunoscut rezultatele obţinute în activitatea lor, prin articole, note, comunicări, conferinţe etc., pentru a folosi ca schimb de experienţă întregul colectiv de ingineri şi tehnicieni care au în preocuparea lor, stabilirea, normarea şi reducerea consumului de energie electrică de orice fel.

— Revistele ASIT de specialitate să publice cîte o dare de seamă privind lucrările consfătuirii, precum şi referatul privind specialitatea respectivă.

Ca o concluzie generală, consfătuirea pe ţară ASIT privind consumurile specifice de energie în industrie poate fi considerată ca un important pas făcut înainte în mersul, pe viitor, spre o precupare şi mai adîncă în această problemă. aşa cum de altfel rezultă şi ca o sarcină din Directivele Congresului al II-lea al P.M.R. cu privire la cel de al doilea plan cincinal de desvoltare a economiei naţionale pe anii 1956—1960.

Ing. G. Panaitescu

Un nou material pentru instalaţiile electrice: conductorii „intenc"

La noi în ţară, majoritatea instalaţiilor electrice interioare se execută îngropat. Acest sistem se poate aplica cu uşurinţă la clădirile executate din cărămidă, cu grosimi normale ale zidurilor. Cînd însă pereţii despărţitori dintre camere sînt executaţi din cărămidă aşezată pe muche, sau cînd la clădiri se folosesc materialele prefabricate, săparea şanţurilor în ziduri pentru aşezarea tuburilor prezintă dificultăţi serioase. Astfel, pe lîngă o apreciabilă slăbire a zidurilor, şi manopera este mai dificilă.

Pentru a se înlătura aceste dificultăţi şi ţinînd seama că folosirea materialelor prefabricate a luat o extindere mare pe de o parte, iar pe de alta pentru a reduce cheltuielile ne-

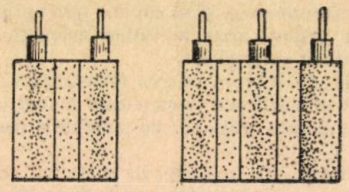


Fig. 1

cesare instalaţiilor prin economisirea tuburilor şi micşorarea cheltuielilor de manoperă, începînd din luna august a.c. industria noastră electrotehnică a pus în fabricaţie un produs nou: conductorul „Intenc."

Acest conductor se fabrică pentru prima oară la noi în ţară. În străinătate, el se foloseşte pe o scară întinsă.

Conductorii „Intenc" (denumiţi aşa de la prescurtarea: în tencuială) sînt izolaţi în policlorvinil şi cauciuc. Aceşti conductori se montează direct în grosimea tencuielii. In acest mod, nu mai sînt necesare şanţurile din ziduri, pentru montarea tuburilor la instalaţiile electrice.

Conductorii se fabrică în grupe de cîte doi sau trei, adică aşa cum sînt necesari în instalaţiile electrice. Pentru a putea fi montaţi în grosimea tencuelii, conductorii trebuie să aibă o aşezare plană, ceea ce se realizează printr-o punte de cau-

Cu	Al
2 × 1 mm² 3 × 1 mm²	
2 × 1,5 mm² 3 × 1,5 mm²	2 × 1,5 mm² 3 × 1,5 mm²
2 × 2,5 mm² 3 × 2,5 mm²	2 × 2,5 mm² 3 × 2,5 mm²

ciuc. Pe lîngă aşezarea plană, această punte serveşte şi la fixarea conductorilor, prin baterea de cuie în această porţiune (fig. 1).

Materialul din care se fabrică conductorii este cuprul sau aluminiul. Secţiunile puse în fabricaţie sînt indicate în tabela anterioară:

Tensiunea de serviciu 380 *V*; tensiunea de încercare 1000 V.

Conductorii „Intenc" se utilizează în încăperi uscate, în special la locuinţele tip sau acolo unde există pereţi subţiri rezistenţi la foc. Conductorii „Intenc" îşi găsesc de asemenea o mare aplicaţie şi la construcţiile executate cu materiale prefabricate.

Ca avantaje, acest sistem de instalaţie electrică, pe lîngă consideraţiunile arătate mai sus, este şi mai ieftin; are însă desavantajul că odată conductorii montaţi, nu mai pot fi scoşi.

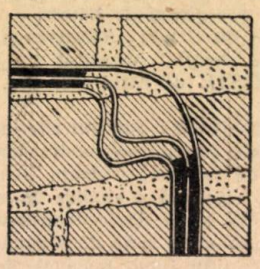


Fig. 2

La montare, conductorii „Intenc" se aşază peste zidul propriu zis (de cărămidă sau alt material rezistent la foc), fixîndu-se din 30 în 30 cm prin cuie. La zidurile de cărămidă, cuiele se bat în rosturile dintre cărămizi. Se mai poate face fixarea conductorilor şi prin copci de ipsos.

La efectuarea curbelor, deoarece acestea nu pot fi făcute cu ansamblul de 2 sau 3 conductori, se taie pe o porţiune convenabilă puntea de cauciuc şi se formează curba cu fiecare conductor în parte. Curbele nu trebuie să aibă o rază mai mică ca de 4 ori diametrul exterior al conductorului (fig. 2).

Traseul pentru aceşti conductori, se va alege după aceleaşi criterii, ca si la tuburile normale pentru instalaţii. Ţinînd seama de materialul de izolaţie, conductorii nu se vor monta la o temperatură mai mică ca — 5°C. In general, conductorul poate fi folosit în orice fel de încăpere, din punctul de vedere al temperaturii, putînd fi aşezat în încăperi care au temperatura între — 35°C şi + 50°C.

Legăturile la doze se fac ca şi la conductorii obişnuiţi (prin lipire şi izolare la conductorii de cupru şi prin cleme şi apoi izolare la conductorii de aluminiu).

Drept aparate, la aceşti conductori se folosesc în general aparate de o construcţie plată, care nu au o înălţime mai mare de 11 mm şi care pot fi montate în grosimea tencuielii, fără a fi nevoie de spărturi pentru montarea dozelor de aparate.

In anul acesta, se vor folosi însă aparatele normale de tip îngropat, fabricarea aparatelor de construcţie plată urmînd a fi începută în anul viitor.

Ing. **D.I.**

Energetică generală

Aigner V. ing.: **Pompa de căldură ca mijloc pentru recuperarea pierderilor de energie.** (Extras dintr-o conferință publică) BWK, 7/1955, nr. 8, aug., pag. 357—358.

Pe baza unor diagrame autorul arată limita economică a costului unor instalații cu pompă de căldură pentru recuperarea pierderilor de energie.

Din diagramele reproduse rezultă că, montarea instalațiilor cu pompă de căldură pentru recuperarea pierderilor de energie este economică mai ales acolo unde, la un cost redus al energiei electrice, costul cărbunelui este relativ mare. Din acest motiv, Elveția a montat un număr relativ mare de asemenea instalații. La fel S.U.A. și Anglia au început să acorde o atenție mai mare pompelor de căldură.

E 22 n.p.

* * *: **Folosirea turbinei cu gaze la fabricarea acidului azotic.** *Oil. Eng. and. bus Turb.*, vol. 21/1953, nr. 242, pag. 154/55, *B.W.K.*, nr. 11/1954.

La prepararea acidului azotic din aer și amoniac se obține căldură prin oxidarea azotului, care încălzește gazele obținute. Aerul folosit este comprimat la aproximativ 8—10 at. Pentru antrenarea compresoarelor de aer poate fi întrebuințată o turbină cu gaze, care folosește căldura reziduală din acest procedeu.

Schema de principiu este următoarea. Aerul comprimat de compresor, încălzit într-un schimbător de căldură, este introdus în același timp cu amoniacul într-un recipient de reacție. Aci se oxidează azotul în prezența platinei-rodiului drept catalizator, în timp ce temperatura urcă la 1 000°C și se obține un amestec de azot și oxizi de azot. Aceste gaze sînt apoi răcite puternic în schimbătoarele de căldură ale aerului și ale azotului rezidual și într-un răcitor cu apă, rezultînd peroxid de azot. Aerul comprimat și chiar și gazele reziduale la ieșirea din instalația de spălare, sînt încălzite mai înainte de a fi introduse în turbina de gaze, astfel încît se folosește căldura reziduală din procesul de putere.

Într-o instalație de spălare, peroxidul de azot este spălat din azot și se obține acid azotic. Restul de azot ce a mai rămas, folosește după ce a fost preîncălzit, ca purtător de energie pentru turbina cu gaze.

Azotul obținut reprezintă cam 80% din aerul comprimat, astfel încît energia sa nu este suficientă pentru compresorul de aer. La o instalație realizată, turbina produce o putere de 1 400 kW, în timp ce compresorul centrifugal în nouă trepte consumă 1 780 kW. Restul de putere de 380 kW este livrată de un electromotor E 23.

i.b.

Termoenergetică

Heinrich D. O. ing.: **Epurarea gazelor pe cale electrică. Principiile, modul de funcționare și experiența în exploatare. BWK, nr.** *8—9/1955.*

In introducere autorul dă o scurtă descriere a electrofiltrului și a avantajelor sale față de celelalte sisteme de epurare a gazelor. Trece apoi la studiul bazelor fizice ale epurării electrice a gazelor; examinează încărcarea electrică a particolelor de praf; intensitatea cîmpului descărcărilor corona, ale electrozilor.

Se arată importanța mare a determinării vitezei de migrație a particulelor în electrofiltru pentru construirea acestuia. Se examinează și rolul „vîntului electric" pentru transportul particulelor deosebit de mici.

In partea doua a lucrării se arată importanța determinării experimentale a unor factori decisivi pentru construirea electrofiltrelor. In afară de viteza de migrație amintită mai sus se menționează rezistența electrică a particulelor de praf.

Se arată că gradul de separare a electrofiltrului depinde de vitaza de migrație, separarea făcîndu-se după legea exponențială.

Autorul scoate în evidență o serie de probleme practice la construirea electrofiltrelor și trece în revistă o serie de forme constructive pentru electroză cu efect corona.

De asemenea se acordă o importanță mare rezistenței electrice a particulelor de praf. In legătură cu aceasta se dau rezultatele experiențelor efectuate de diferiți cercetători.

In concluzie, se arată domeniul în care utilizarea electrofiltrelor pentru epurarea gazelor va da randamentul optim:

1. Separarea uscată a particulelor foarte fine din gaze de ardere.
2. Separarea eficace a prafului cu pierderi minime de tiraj.
3. Separarea uscată a prafului din gazele fierbinți.
4. Separarea prafului din gaze corosive.
5. Separarea totală a picăturilor de ceață.

Aceste avantaje se referă la industria de ciment, în siderurgie, în industria combustibilului și în industria chimică. E 24

n.p.

Zobel R.: **Proprietățile și formele constructive ale mașinilor cu abur rapide cu piston și turbinelor industriale de contrapresiune, cu puteri pînă la** *1 000* **kW.** *B.W.K.*, vol. 6/1954, nr. 12, pag. 458—464, 7 fig., 18 ref. bibl.

In ultimii ani s-a înregistrat o desvoltare rapidă a construcției mașinilor cu abur cu piston staționare, care se datorește năzuinței industriilor mici și mijlocii de a-și satisface concomitent necesitățile de energie electrică și căldură. Aceste necesități se pot satisface prin mașini cu abur (cu piston sau turbine) de contrapresiune, cuplate cu generatori electrici, aburul de contrapresiune asigurînd căldura necesară producției.

Pentru alegerea tipului constructiv al mașinii se va ține seama de:

1) Starea aburului viu; 2) temperatura și presiunea minimă necesară producției; 3) conținutul admisibil de ulei în abur; 4) turația necesară; 5) eventuala dorință de a renunța la angrenaj; 6) suprafața și volumul necesar disponibil; 7) greutatea grupului; 8) investiția și cheltuielile de întreținere.

Avantajele necontestate ale mașinii cu abur rapide cu piston, funcționînd în contrapresiune, sînt: randamentul ridicat la sarcini parțiale și posibilitatea de cuplare directă cu generatorii. In schimb turbina de contrapresiune are avantajul de a da abur fără ulei, de a avea o deservire mai simplă, suprafață și volum necesare mai mici și cheltuieli de investiție și întreținere mai reduse.

In ce privește formele constructive pentru mașinile cu abur rapide cu piston, majoritatea păstrează încă principiile clasice ale construcțiilor mașinilor cu abur, printre care: pistoane cu dublu efect, destindere într-o treaptă la rapoarte de presiune mici (<8) și destindere în două trepte la rapoarte de presiune mai mari, folosirea capului de cruce și a pistoanelor plate.

Ca trecere de la forma constructivă clasică la forme noi, pot fi privite acele mașini cu abur cu piston care au preluat anumite elemente verificate de la construcțiile motoarelor cu ardere internă: destindere într-o treaptă la rapoarte de presiune pînă la 12:1, admisia aburului prin ventile, evacuarea prin orificii, pistoane lungi, cilindri montați separat pe batiul motorului.

Formele noi care poartă în mod justificat denumirea de motoare cu abur, sînt acelea care prezintă toate caracteristicile importante ale motoarelor cu ardere internă.

In ceea ce priveşte turbinele cu abur, formele lor sînt cristalizate, în timp ce maşinile cu abur rapide cu piston sînt încă în plină desvoltare.

Turbine industriale de contrapresiune se construiesc azi în trei forme: 1. roţi Curtis cu una sau mai multe trepte de viteză, 2. turbine de acţiune, precedate de o roată Curtis, 3. turbine de reacţiune precedate de o roată Curtis.

Caracteristic pentru turbinele industriale sînt printre altele: turaţia în general între 6 000—10 000 rot/min, căderea entalpică prelucrată între 30 şi 180 kcal/kg şi reglajul prin laminare. E 25

m.a.

Schwarz K.: **Randamente şi consumuri de abur ale maşinilor cu abur rapide cu piston şi ale turbinelor de contrapresiune cu puteri pînă la *1 000* kW** *B.W.K.* vol. 6/1954, nr. 12, pag. 465—469, 9 fig. 5, ref. bibl.

La maşini cu abur de contrapresiune (fie maşini cu piston, fie turbine) cifrele de consum specific de abur raportat la producţia de energie, nu indică gradul de utilizare a căldurii primite de maşină. Ca un criteriu de comparaţie poate servi randamentul termodinamic. Stabilirea randamentului termodinamic şi randamentului la bornele generatorului, se face cu o precizie mulţumitoare.

La maşinile cu abur cu piston randamentul este influenţat de coeficientul de umplere (care se manifestă în special la maşinile cu turaţie constantă, antrenînd generatorii electrici) raportul presiunilor şi spaţiul mort.

Pentru compararea randamentelor maşinilor cu piston de diferite caracteristici, este prezentată o diagramă avînd în ordonate randamentele iar în abscise expresia:

$$\left[\frac{v_1}{v_2}(1+m)-m\right]$$ în care $\frac{v_1}{v_2}$ este raportul volumelor specifice la intrare şi ieşire (deci o măsură a raportului presiunilor) ar m este spaţiul mort, în procente din volumul cilindrului

In turbinele de abur se observă o scădere rapidă a randamentelor cu puterea, adică cu debitul de abur. Pentru comparaţie se trasează diagrame cu randamentele în ordonate, iar în abscise cu expresia $V_m = D\sqrt{v_1 v_2}$ în care D este debitul de abur şi v_1 şi v_2 volumele specifice la intrare şi ieşire.

Comparînd randamentele se constată că maşinile cu abur cu piston, au o comportare mai bună la sarcini parţiale. In acelaşi timp, la puteri mici (pînă la 700—800 kW) maşinile cu piston sînt superioare turbinelor. Această superioritate se traduce prin producerea mărită de energie electrică. Faţă de investiţia şi cheltuielile de întreţinere mai mari la maşinile cu piston, atingerea de randamente mărite se justifică pe baza economiilor reale, în cadrul schimbului de energie electrică cu reţeaua E 26.

m.a.

Nyffenegger H.: **Maşini cu abur de înaltă presiune pentru termoficare** *B.W.K.*, nr. 5, mai 1954. vol. 71/1953, pag. 715—718

Industria elveţiană a realizat un tip de maşini cu abur de înaltă presiune, de construcţie verticală, funcţionînd ca grup electrogen de termoficare pentru presiunea aburului între 20—40 at. şi puteri de 400—1500 CP; datele de bază ale maşinii sînt: 1—4 cilindri de diametrul 220—300 mm; 260 mm cursa.

In articol sînt indicate caracteristicile constructive ale maşinilor, precum şi diagramele de consum specific şi randament.

Randamentul maşinii are o valoare de 70—74% pe o zonă mare de încărcare. Din această cauză maşina cu abur este mai potrivită decît turbina cu abur, pentru centrale de termoficare mici, pînă la 1 000 kW, cu presiuni şi temperaturii mijlocii şi producţie mare de energie în raport cu debitul de abur de termoficare. E 24

n.p.

Walter Far: **Industria cocsificării în U.R.S.S.** Coke and Gas oct. 1955 pag. 380—396.

In introducere autorul arată gradul redus de dezvoltare a industriei de cocsificare din Rusia înainte de revoluţie. Imediat după terminarea războiului civil, începe reconstrucţia bateriilor de cuptoare de cocs. In 1929 s-a depăşit deja nivelul prerevoluţionar. Treptat, Uniunea Sovietică, devine independentă de străinătate, desvoltîndu-şi industria sa proprie atît în domeniul proiectării, cît şi în cel al construcţiei.

Autorul scoate în evidenţă marile realizări obţinute de U.R.S.S. în acest domeniu.

Un alt capitol al articolului, este consacrat cercetărilor ştiinţifice şi literaturii tehnice sovietice, pe care autorul le elogiază în mod deosebit arătînd nivelul lor ştiinţific ridicat. In deosebi, aceasta se referă la o serie de savanţi şi tehnicieni sovietici care au creat opere valoroase şi originale în domeniul cocsificării. E 25

n.p.

Electroenergetica

Glebov V. A.: **Despre autosincronizarea generatoarelor din centralele electrice rurale** *Elektricestvo*, nr. 2/1955, pag. 49—50.

Autosincronizarea obişnuită — adică conectarea în paralel a maşinii neexcitate şi conectarea excitaţiei la atingerea unei viteze aproape de viteza sincronă — care prezintă avantajele cunoscute faţă de sincronizarea precisă, poate fi simplificată şi mai mult, în special în cazul centralelor eoliene cu grupuri prevăzute cu roată de curea de mers în gol şi cu posibilitatea de pornire în asincron.

In acest caz statorul neexcitat se conectează la reţea, rotorul fiind mobil. După pornirea rotorului şi atingerea vitezei subsincrone se conectează excitaţia şi astfel maşina intră în sincronism E 29.

e.g.

Halt H. G. ing.: **Funcţionarea în paralel a generatoarelor cu tensiune constantă cu compundare proprie** *Deutsche Elektrotechnic*, nr. 8/1955, pag. 284—286.

Generatoarele cu tensiune constantă se folosesc de obicei ca agregate de rezervă sau chiar ca centrale electrice independente la instalaţii navale unde funcţionează de obicei în paralel. Tocmai acest caz este studiat în prezentul articol. Autorul expune mai întîi principiul şi modul de funcţionare şi trece apoi la descrierea funcţionării în paralel.

Se expun apoi rezultatele experienţelor iar în concluzie se arată avantajele ce constau în: menţinerea constantă a tensiunii chiar la sarcini de şoc, siguranţă mare în exploatare şi întreţinerea extrem de simplă E 30.

n.p.

Iafevici V. B.: **Despre poziţia locurilor de îmbinare a conductoarelor liniilor aeriene** Energhetik, Nr. 3/1955.

La montarea şi repararea liniilor aeriene, înădirea conductoarelor se face în locuri determinate de lungimea de fabricaţie ale conductoarelor sau de locul defectului; în consecinţă, locurile acestea se găsesc deseori la mari distanţe de suporţii de linie astfel că provoacă dificultăţi la controlul sau revizia lor.

Se propune să se aleagă astfel locurile de înădire, ca să se găsească în apropierea izolatorilor, deci să fie uşor accesibile, chiar dacă prin aceasta s-ar sacrifica o anumită lungime de conductor, care de altfel poate fi recuperată, fiind folosită la alte racorduri.

Propunerea este în special indicată în cazul reţelelor de electrificări rurale E 31.

e.g.

Plan tematic al revistei Energetica pe anul 1956

După cum a rezultat din rapoartele prezentate la Cel de al II-lea Congres al P.M.R. din discuţiile ce au avut loc, energetica ocupă un loc din ce în ce mai important în cadrul economiei noastre. Ca urmare, în Directivele partidului şi guvernului sînt cuprinse o serie de importante sarcini şi pentru acest domeniu. Revista noastră trebuie să aducă în cadrul ei o contribuţie cît mai mare la îndeplinirea obiectivelor celui de al doilea plan cincinal cît şi pentru dezvoltarea de perspectivă.

Nenumărate sînt temele care ar putea fi tratate în acest scop în paginile revistei noastre. Dat fiind însă complexitatea problemelor, se impune o selecţionare şi o seriere a tratării lor bazată pe urgenţa, interesul şi importanţa ce o prezintă pentru dezvoltarea economiei noastre energetice în general şi pentru al doilea plan cincinal în special.

Linia principală a tematicei este tendinţa de a aplica pe o scară cît mai largă tehnica înaintată.

Cu aceste considerente, Comitetul de Redacţie a întocmit cu consultarea unui grup de specialişti din diferite domenii, planul tematic prezentat în cele ce urmează şi în care sînt trecute problemele care ar fi de dorit să fie tratate în anul **1956**. *Această listă nu este însă limitativă urmînd a se publica şi alte articole dacă îndeplinesc condiţiile mai sus arătate, în special cele ce se referă la experienţa proprie din domeniul montajului şi exploatării instalaţiilor noastre energetice, articole care în general, în anul trecut au lipsit din cadrul revistei.*

In vederea unei planificări corespunzătoare, rugăm pe cititorii şi colaboratorii noştrii, care doresc să trimită articole, să anunţe redacţiei titlul articolului şi data aproximativă cînd vor putea preda manuscrisul.

I. Energetica generală

— Sursele de energie ale ţării, valoarea economică a fiecărei surse, posibilităţile tehnice de valorificare.
— Posibilităţi tehnice de valorificare a energiei solare.
— Liniile de orientare ale electrificării în R.P.R. în cel de al II-lea plan cincinal.
— Folosirea combusibililor locali ţinînd seama de economia energetică a ţării.
— Repartiţia optimă a sarcinilor între centralele şi grupurile unui sistem energetic.
— Electrificarea agriculturii.
— Energetica oraşului.
— Utilizarea ejectoarelor pentru exploatarea raţională a cîmpului de sonde pentru gaz metan.
— Aplatisarea curbelor de sarcină şi îmbunătăţirea factorului de putere în sistemele energetice.
— Folosirea energetică a gazelor naturale din R.P.R.
— Folosirea energiei nucleare în scopuri paşnice. Perspectivele pentru folosirea energiei nucleare.
— Centrale eoliene şi hidraulice pentru electrificări rurale.

II. Hidroenergetica

— Lucrări hidrografice în scopuri hidroenergetice.
— Organizarea reţelei hidrografice.
— Metode rapide pentru determinarea principalelor caracteristici hidrografice — energetice ale unui curs de apă.
— Hidroenergetica în cadrul planurilor de amenajare complexă a cursurilor de apă.
— Cercetarea eficienţei unei acumulări de interes hidroenergetic în cadrul unui plan de gospodărire complexă a apelor.
— Problema compensării debitelor în cadrul amenajărilor hidroelectrice.
— Regimul de funcţionare al uzinelor hidroelectrice.
— Distribuţia sarcinilor uzinelor hidroelectrice în cadrul amenajărilor energetice complexe.
— Regimul amenajărilor hidrotehnice în scopuri energetice şi de irigaţii.
— Studii şi problemele de viitor ale uzinelor fluviale în R.P.R.
— Influenţa regimului aval asupra regimului de funcţionare al uzinelor hidroelectrice.
— Probleme de economie a amenajărilor hidroenergetice.
— Indicii de producţie ai centralelor hidroelectrice.
— Exploatarea construcţiilor de interes hidroenergetic în timpul iernii.
— Mecanizarea şi automatizarea amenajărilor hidroelectrice.
— Monografii ale amenajărilor hidroenergetice proiectate sau executate în ţară şi străinătate.
— Calculul hidraulic al castelelor de echilibru cu diafragmă.
— Tipizarea elementelor de construcţii şi mecanice ale amenajărilor hidroenergetice.
— Tipuri de turbine, folosirea lor la diferite tipuri de uzine hidroelectrice.
— Domeniul înlocuirii turbinelor Pelton prin turbine Francis.
— Turbinele microcentralelor rurale.
— Transformatorii. hidraulici.
— Probleme de exploatare a echipamentului hidromecanic şi influenţa asupra proiectării.
— Distribuirea în lungul unui curs de apă, amenajat în scopuri hidroenergetice, a acumulărilor necesare pentru compensarea şi atenuarea viiturilor.

III. Termoenergetica

— Combustibilii din R.P.R. caracteristicile lor energetice şi folosirea lor raţională.
— Folosirea energochimică a combustibililor din R.P.R.
— Folosirea combustibililor inferiori în focarele industriale.
— Arderea cărbunilor din R.P.R. în stare pulverizată.
— Probleme în legătură cu arderea economică a combustibililor în focare industriale.
— Focare cu evacuarea lichidă a zgurii.
— Aplicarea recirculării gazelor de ardere la cuptoarele industriale.
— Aerodinamica focarelor industriale şi importanţa sa în procesul de combustie.
— Sisteme de filtrare a gazelor de ardere rezultate din arderea cărbunelui pulverizat.
— Automatizarea instalaţiilor termice în centrale.
— Reglarea automată a cazanelor de abur.
— Reglarea automată a turbinelor de abur.
— Problemele speciale ale cazanelor de presiuni înalte şi foarte înalte.
— Depozite de combustibil. Metode raţionale de depozitarea cărbunilor.
— Tendinţe moderne în construcţia centralelor termoelectrice.
— Centrale de termoficare moderne.
— Folosirea intensivă şi extensivă a echipamentului din centralele electrice.
— Probleme de exploatare economică a centralelor termoelectrice.
— Analize de avarii în centrale termoelectrice şi măsuri pentru evitarea lor.
— Probleme legate de alimentarea cu apă de răcire a centralelor termoelectrice.
— Măsuri pentru evitarea pagubelor datorită rigorilor iernii în centrale termelectrice.
— Reţelele termice şi schemele cele mai adecuate pentru R.P.R.
— Funcţionarea în paralel a reţelelor termice. Automatizarea reţelelor termice.
— Perspectivele folosirii turbinei cu gaze în centralele termoelectrice.
— Gazeificarea combustibililor, motoare cu gaz de gazogen.
— Examinarea critică a preverilor din P.E.T. ţinînd seama de experienţa cîştigată prin aplicarea acestora în primul cincinal.

— Consideraţii tehnico-economice privind ridicarea parametrilor aburului în centralele termoelectrice existente.

IV. Electroenergetica

— Stabilitatea statică şi dinamică a sistemelor energetice. Studii teoretice şi constatări experimentale.
— Automatizări în sistemele energetice.
— Tratarea neutrului în sistemele energetice. Soluţii indicate pentru R.P.R.
— Linile aeriene cele mai indicate pentru R.P.R.
— Linii aeriene pentru electrificări rurale.
— Sisteme de protecţie în sistemele energetice moderne cu posibilităţi de aplicare în reţelele noastre.
— Studiul scurtcircuitelor în sistemele electrice cu ajutorul metodelor şi al maselor de calcul.
— Supratensiuni şi protecţia împotriva lor în sistemele energetice din R.P.R.
— Folosirea aluminiului în construcţia liniilor de transport şi distribuţie cît şi în instalaţii interioare.
— Rolul şi funcţiunile conductorilor de protecţie şi a punerii la pămînt a stîlpilor pentru reţelele de înaltă tensiune.
— Tensiunea optimă, în condiţiile din R.P.R., pentru electrificări rurale.
— Influenţa chiciurii asupra liniilor de înaltă tensiune. Măsuri pentru evitarea depunerii chiciurii.
— Tendinţe noi în proiectarea şi construirea liniilor şi staţiilor de înaltă tensiune.
— Transportul energiei electrice în curent continuu la înaltă tensiune.
— Sisteme de comunicaţie telefonică pe linii de înaltă tensiune.
— Pierderile în reţele, normarea şi reducerea lor.
— Tracţiunea electrică şi Diesel electrică. Imbunătăţirea factorului de putere în reţele.
— Sisteme moderne de electrificare c.f.
— Scheme şi dispoziţii economice pentru staţii de 6—35 kV. Celule prefabricate.
— Posturi de transformare mobile pentru consumatori sezonieri şi electrificări agricole.
— Telemecanica în sistemele energetice.
— Tendinţe noi în construcţia camerelor de comandă.

V. Probleme tehnico-economice

— Mijloace de reducere a preţului de cost al investiţiilor şi a preţului de cost al energiei electrice la locul de producţie şi la locul de cosumaţie.
— Indici tehnico-economici în hidroenergetică.
— Indici tehnico-economici în exploatarea centralelor termoelectrice.
— Consumul specific de energie electrică pe unitatea de produs în diferite industrii.
— Stabilirea normelor de calcul al preţului de cost al energiei.
— Căile pentru reducerea preţului de cost în proiectarea şi execuţia instalaţiilor energetice.
— Planificarea şi normarea muncii pe şantierele de extracţie şi montaj a instalaţiilor energetice.
— Planificarea şi normarea muncii în institutele de proiectare şi cercetări energetice.
— Planificarea şi normarea muncii în exploararea instalaţiilor energetice.
— Consideraţii asupra posibilităţilor de reducere a consumului serviciilor interne ale centralelor termoelectrice.

VI. Tehnica securităţii şi protecţia muncii, în energetică

— Diferite metode pentru asigurarea protecţiei şi securităţii muncii în energetică.
— Măsuri tehnico-organizatorice pentru protecţia muncii în industria energetică.
— Protecţia muncii în instalaţiile termotehnice.
— Lupta contra prafului de cărbune în sălile de cazane.

VII. Diverse probleme din domeniul termotehnicei

In lipsa unei reviste de specialitatea respectivă, coloanele revistei noastre sînt deschise şi pentru articole tratînd probleme din domeniul termotehnicei generale, fie cu caracter teoretic înalt, fie legate de aplicaţii în diferitele ramuri industriale însă în legătură cu preocupări termoenergetice.

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

KAT

ENERGETICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

3

REVISTA ENERGETICA
1956

SUMAR

	Pag.
Purica I.: Caracteristicele reactorilor nucleari	113
Ghia V.: Economia de combustibil obținută prin recirculația gazelor de ardere la preîncălzitoarele de aer pentru uscătorii	128
Westfried F.: Influența dăunătoare ale depunerilor de piatră asupra instalațiilor de cazane de abur	135
Rădulescu V.: Executarea legăturilor la cablurile subterane cu conductoare de aluminiu	139
Pascu Ursu: Incinerarea, mijloc de distrugere a gunoaielor	149
Taina I.: Pentru o cît mai bună gospodărire a lubrefianților utilizați la turbine cu abur	155
RECENZII	156
DIN ACTIVITATEA A.S.I.T.	159
DOCUMENTARE	163

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Пурика И.: Характеристики ядерных реакторов	113
В. Гия: Экономия топлива посредством рециркуляции дымовых газов в воздухоподогревалях сушилень	128
Вестфрид Ф.: Вредное влияние накипей на котельные установки	135
Радулеску В.: Соединение подземных кабелей с алюминиевыми жилами	139
Паску Урсу: Сжигание—средство уничтожения мусора	149
И. Тайна: За улучшение хозяйства смазочных материалов применяемых в паровых турбинах	155
РЕЦЕНЗИИ	156
ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А.С.И.Т.	159
ДОКУМЕНТАЦИЯ	163

SOMMAIRE

	Page
Purica I.: Les caractéristiques des bobines de réacteurs nucléaires	113
Ghia V.: L'économie de combustible obtenue par la récirculation des gases brûlés dans les préchauffeurs d'air pour séchoirs	128
Westfried F.: L'influence nocive des dépôts calcaires dans les chaudières à vapeur	135
Rădulescu V.: La réalisation des connexions aux câbles souterrains à l'aide de conducteurs d'aluminium	139
Pascu Ursu: La crémation, moyen de déstruction des balayures	149
Taina I.: Pour une meilleure économie des lubréfiants utilisés dans les turbines à vapeur	155
RECENSIONS	156
DE L'ACTIVITÉ A. S. I. T.	159
DOCUMENTATION	163

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Purica I.: Die Charakteristiken der Kernreaktoren	113
Ghia V.: Brennstoffersparnis durch Rücklauf der Rauchgase in den Luftvorwärmern der Trockenanlagen	128
Westfried F.: Der schädliche Einfluss der Kesselsteinbildung in Dampfkesselanlagen	135
Rădulescu V.: Ausführung der Verbindung von unterirdischen Kabeln mit Aluminiumleitern	139
Pascu Ursu: Müllverbrennung	149
Taina I.: Für eine bestmögliche Bewirtschaftung der Turbinenschmieröle	155
BÜCHERSCHAU	156
AUS DER A.S.I.T.-TAETIGKEIT	159
SCHRIFTTUM	163

E 1426/1
Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

ENERGETICA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacție

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul IV ★ 1956 ★ Nr. 3 Redacția: București, str. I. Ghica nr. 3 ★ Tel. 3.07.30 3.57.28

Institut. de Documentare Tehnică BUCUREȘTI OBMEH - CSERE VYMENA - WYMIANA TAUSCH - CMEHA

Caracteristicele reactorilor nucleari

Ing. I. PURICA

Se analizează procesul care are loc în reactorii nucleari, urmărindu-se determinarea caracteristicelor în vederea familiarizării inginerilor energeticieni cu problemele specifice reactorilor nucleari, considerați ca surse de energie.

Reactorul nuclear este dispozitivul constructiv cu care se face transformarea energiei nucleare în energie termică. Procesul de transformare utilizat în reactorii nucleari, se bazează pe fenomenul de fisiune sau spargere a nucleelor elementelor chimice cu numărul de masă mare în urma pătrunderii unui neutron în nucleu. Prin fisiunea nucleului se produc :

— două nuclee radioactive ale unor elemente cu greutate medie care pornesc în spațiu cu viteze corespunzătoare unei energii cinetice totale medii de circa 160 MeV sau 256.10^{-3} ergi, energie care apare macroscopic sub formă de energie termică ;

— $2 \div 3$ neutroni cu viteze medii de 14 000 km/s sau o energie medie de 2MeV ;

— prin desintegrarea radioactivă a nucleelor rezultate în urma fisiunii, apar o serie de izotopi a elementelor chimice obișnuite, radiații β (electroni) și radiații γ.

Dintre izotopii elementelor grele care posedă proprietatea de fisiune prezintă importanță industrială, acei care se găsesc în cantitate relativ mare sau care pot fi produși în cantități industriale cu un cost relativ mic.

Astăzi se cunosc ca utilizabili industriali izotopii uraniului cu numărul de masă 235 ($_{92}U^{235}$) și 233 ($_{92}U^{233}$) cît și izotopul plutoniului cu numărul de masă 239 ($_{94}Pu^{239}$). Uraniul 235 se găsește în uraniul metalic natural. Izotopul uraniu 233 se poate produce prin transformarea thoriului ($_{90}Th^{232}$) în urma bombardării nucleului lui cu neutroni, iar plutoniul 239 rezultă din bombardarea nucleului de uraniu 238 cu neutroni. Atît uraniul 238 cît și thoriul 232 se găsesc în natură în cantități apreciabile.

Transformarea acestora în elemente fisionabile se face tot în reactori nucleari, însă cu o construcție specială, numiți reactori generativi breader.

In reactorii nucleari, procesul de fisiune se întreține singur datorită producerii de neutroni la fiecare act de fisiune, neutroni care la rîndul lor pot provoca alte acte de fisiune. Structura constructivă a reactorului nuclear este dată de condițiile necesare pentru amorsarea unui proces de fisiune care să se autoîntrețină în mod stabil (un regim staționar) sau cum se mai spune a unei reacții în lanț.

Deoarece atît uraniul 235 cît și plutoniul 239 absorb cu o probabilitate mult mai mare neutronii cu viteze mici, a căror mărime este egală cu viteza medie a moleculelor gazelor la temperatura obișnuită (∞2,2 km/s sau energie de 0,025 eV) se impune încetinirea neutronilor de la energia cu care apar în urma fisiunii. Pentru încetinirea neutronilor, uraniul trebuie amestecat în proporții bine definite cu elemente ale căror nuclee absorb foarte puțini neutroni dar care produc încetinirea lor, în urma șocurilor neutronilor cu nucleele.

Astfel de corpuri numite moderatori sînt de exemplu : hidrogenul (H_2), deuteriul (D_2) beriliul (Be) și carbonul (C). Primele două se utilizează în combinații chimice cu oxigenul sub formă de apă obișnuită (H_2O) sau apă grea (D_2O).

Reactorii în care uraniul se găsește în amestec omogen cu moderatorul se numesc *reactori omogeni*.

Marea majoritate a reactorilor nucleari care sînt astăzi în funcțiune în lume, folosesc drept combustibil pentru producerea căldurii sau uraniu natural, adică un amestec de 99,3% izotop uraniu 238 și 0,7% uraniu 235 sau uraniu îmbogățit, adică uraniu natural în care s-a ridicat conținutul de izotop 235 de la 0,7% pînă la 95%, prin procedee fizice. Putem distinge deci reactori cu uraniu natural și reactori cu uraniu îmbogățit.

Prezența izotopului uraniu 238 în reactor, impune o încetinire rapidă a neutronilor de fisiune și pe cît posibil în afara materialului combustibil (uraniu), deoarece nucleele acestui izotop

nu se fisionează decît foarte rar şi la neutroni cu energii peste 1 MeV, în schimb absorb foarte mult neutroni cu energii de 6—7 eV. Această absorbţie poate conduce la imposibilitatea amorsării unei reacţii în lanţ, dacă pentru satisfacerea condiţiei de mai sus, nu se iau măsuri speciale ca dispunerea uraniului în moderator sub formă de bare sau cuburi.

Reactorii cu o astfel de dispoziţie a combustibilului în moderator se numesc *reactori heterogeni.*

Atît în reactorii omogeni cît şi în reactorii heterogeni, rolul principal, îl joacă neutronii cu viteze mici (termice) care produc marea majoritate a fisiunilor, de aceea aceşti reactori se numesc reactori cu neutroni termici sau simplu *reactori termici.*

Spre deosebire de aceştia s-au construit şi experimentat, reactori fără moderator în care majoritatea fisiunilor se produc de neutronii cu viteze mari, neutroni rapizi. Asemenea reactori folosesc uraniu foarte îmbogăţit sau plutoniu şi se numesc *reactori cu neutroni rapizi.*

Amestecul de combustibil şi moderator avînd un anumit volum finit, în afară de neutronii produşi la fisiune, care se pierd prin absorbţie în moderator sau uraniu 238, o parte din neutroni se vor pierde ieşind prin suprafaţa reactorului fără să mai producă la rîndul lor alte fisiuni. Pentru a menţine o reacţie în lanţ este necesar, ca din numărul neutronilor care iau naştere în urma unei fisiuni să nu se piardă prin absorbţie neproductivă (în moderator sau uraniu 238) sau prin scăpări decît o parte din neutroni astfel ca cel puţin un neutron să scape putînd da naştere la o nouă fisiune. Deoarece pierderile prin scăpări, nu trebuie să depăşească o anumită valoare, înseamnă că reactorul trebuie să aibă anumite dimensiuni pentru a funcţiona în regim staţionar, dimensiuni care s-au numit *dimensiuni critice.*

Condiţia de a realiza o reacţie în lanţ ne impune deci structura materială a reactorului, raportul dintre cantitatea de combustibil şi de moderator cît şi structura geometrică, adică forma şi dispoziţia combustibilului în moderator şi dimensiunile volumului ocupat de acestea. Volumul ocupat de amestecul combustibil şi moderator se numeşte *volumul activ al reactorului* întrucît în el se produce căldura.

Deoarece pierderea neutronilor prin scăpări este direct legată de dimensiunile reactorului şi prin aceasta de cantitatea de material combustibil şi moderator utilizat pentru realizarea unui regim staţionar, reducerea scăpărilor conduce la micşorarea dimensiunilor şi deci la micşorarea combustibilului necesar pentru menţinerea reacţiei în lanţ. Aceasta se realizează înconjurînd volumul activ al reactorului cu un strat de material care să absoarbă cît mai puţini neutroni, dar care în urma şocurilor neutronilor cu nucleele lui, aceştia să fie readuşi în parte în volumul activ. Acest strat se numeşte reflector şi se construieşte cu aceleaşi materiale utilizate pentru moderatori.

Utilizarea reflectorului conduce la micşorarea dimensiunilor critice ale volumului activ al reactorului.

Din cele expuse mai sus rezultă că dimensiunile geometrice cît şi structura geometrică şi materială a reactorului sînt determinate de menţinerea reacţiei în lanţ, iar aceasta depinde de comportarea neutronilor în reactor.

Determinarea caracteristicilor materiale şi geometrice ale reactorului trebuie făcute pe baza analizei comportării neutronilor cu diferite energii.

In afară de caracteristicile structurale (materiale şi geometrice), la un reactor, contează în primul rînd puterea pe care o poate furniza cît şi timpul cît poate furniza o putere dată, fără să fie necesară alimentarea reactorului cu combustibil.

Puterea reactorului înseamnă energia furnizată de reactor în unitatea de timp, sau numărul de acte de fisiune pe secundă, deoarece în urma fiecărui act de fisiune apare în medie aceeaşi energie, circa 195 MeV în total. Este important să utilizăm noţiunea de densitate de putere definită, ca fiind puterea furnizată de fiecare cm^3 al volumului activ al reactorului, care este în fond numărul de acte de fisiune pe cm^3 şi secundă în amestecul combustibil plus moderator. Acesta este egal cu numărul neutronilor absorbiţi de nucleele combustibilului, care în urma absorbţiei lor provoacă fisiunea nucleului.

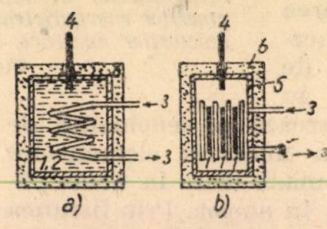


Fig. 1. Reactori.
a) omogen; *b*) heterogen; *1*—combustibil; *2*—moderator; *3* — răcirea; *4* — bare de reglaj; *5*—reflector; *6* – strat de protecţie biologică.

Dar numărul neutronilor care sînt absorbiţi va fi cu atît mai mare cu cît va fi mai mare numărul şocurilor care au loc într-o secundă în fiecare cm^3, între neutroni şi nucleele de combustibil şi deci funcţie de numărul total de neutroni, de numărul total de nuclee dintr-un cm^3 şi de viteza medie a neutronilor.

Pentru o densitate constantă de nuclee de combustibil, puterea reactorului este dată numai de produsul dintre densitatea de neutroni şi viteza lor cu care este proporţional. Acest produs (neutroni /cm^3). (cm/s) reprezintă *fluxul de neutroni* care trece într-o secundă printr-o suprafaţă de 1 cm^2.

Cunoaşterea fluxului de neutroni pe cm^2 şi secundă într-un reactor ne dă imediat puterea reactorului.

Dacă reactorul funcţionează un anumit timp la o putere dată, un anumit număr de nuclee de combustibil dispar în urma fisiunilor transformîndu-se în produsele de fisiune amintite. O parte din acestea care sînt fie produse direct prin fisiune, fie că iau naştere prin transformarea radioactivă a produselor de fisiune cum sînt xenononul (Xe) şi samariul (Sm) absorb foarte puternic neutronii mărind astfel pierderile de

neutroni şi putînd conduce la desamorsarea reacţiei în lanţ. Se spune că reactorul se otrăveşte cu produsele de fisiune. Pe de altă parte cantitatea cu combustibil scade, deci şi numărul total de neutroni produşi în urma fisiunii la un moment dat, scade, şi reacţia în lanţ nu se mai poate menţine. Pentru ca reactorul să poată funcţiona un anumit timp la o anumită putere, este necesar să se prevadă reactorul cu o cantitate de combustibil mai mare decît cea necesară amorsării reacţiei în lanţ. La stabilirea cantităţii de combustibil suplimentar necesar pentru asigurarea funcţionării reactorului la o putere dată, pentru un timp dinainte stabilit, în cazul reactorilor cu uraniu natural sau îmbogăţit, trebuie să se ţină seama de faptul că uraniul 238 se transformă în plutoniu şi deci cu timpul cantitatea de combustibil creşte cu cantitatea de plutoniu formată care ia parte la reacţia de fisiune.

Existenţa unei cantităţi de combustibil mai mare decît cea necesară menţinerii reacţiei în lanţ, conduce la creşterea numărului de şocuri între neutroni şi nucleele de combustibil, creşte numărul de fisiuni pe secundă şi deci numărul neutronilor produşi şi fluxul de neutroni. Aceasta înseamnă o creştere continuă a puterii într-un mod periculos.

Pentru a evita acest lucru, este necesar ca neutronii suplimentari să fie absorbiţi într-un material nefisionabil. Cantitatea de neutroni absorbită astfel în fiecare secundă, trebuie să se micşoreze pe măsură ce se consumă combustibilul pentru a menţine în fiecare moment reacţia în lanţ, deci regimul staţionar de funcţionare al reactorului.

Această condiţie se realizează prevăzînd posibilitatea de a introduce în reactor o serie de bare de cadmiu (Cd) sau carbură de bor (CB_2) ,care au proprietatea că nucleele lor absorb foarte puternic neutronii termici. Pe măsura trecerii timpului şi deci a consumării combustibilului, barele se scot micşorînd cantitatea de bor sau cadmiu din zona activă şi deci cantitatea de neutroni absorbiţi, micşorare ce corespunde cantităţii de neutroni produşi pe secundă care dispar datorită consumului de combustibil şi absorbţie în produsele de fisiune.

Un alt rol, tot atît de important al barelor de cadmiu sau bor, este asigurarea posibilităţii de a trece de la o putere la altă putere în cursul exploatării reactorului. Dacă la un moment dat se scot barele din zona activă, cantitatea de neutroni în reactor creşte în fiecare secundă, creşte şi numărul nucleelor care se fisionează pe secundă, deci creşte puterea. In momentul în care s-a atins puterea voită, barele se readuc aproximativ în poziţia iniţială astfel încît să asigure regimul staţionar de funcţionare pentru momentul respectiv.

Poziţia barelor pentru care se asigură regimul staţionar variază între intervalul dintre două alimentări cu combustibil aşa cum s-a spus mai sus.

Scăderea puterii se face procedînd în sens nvers.

Comportarea reactorului la regimul nestaţionar în perioada trecerii de la o putere la alta, este caracterizată ca la orice dispozitiv de *constanta lui de timp* care, este timpul în care puterea reactorului în regim nestaţionar creşte de $e = 2{,}72$ ori.

Datorită faptului că în reactor apar neutroni şi după ce are loc procesul de fisiune al nucleului

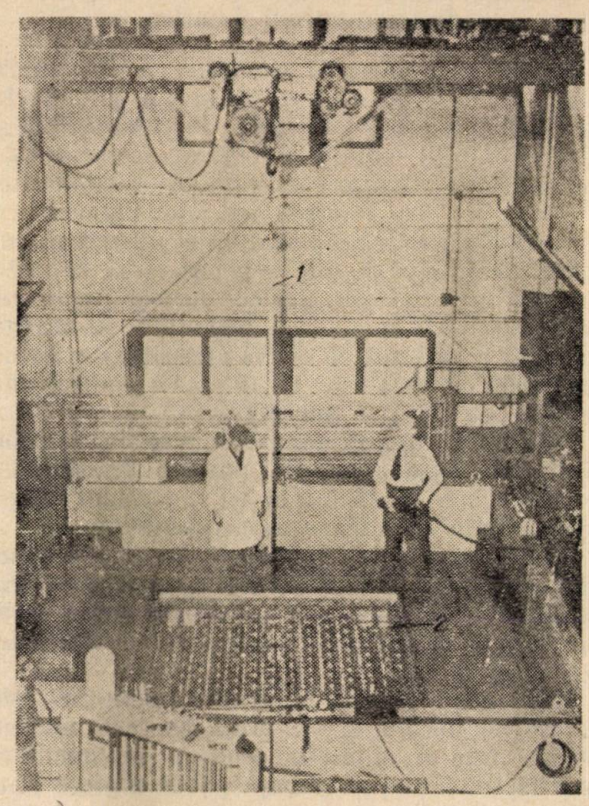


Fig. 2. Introducerea unei bare de combustibil (1) într-un reactor heterogen experimental (2)

de combustibil, neutronii care sînt produşi prin desintegrarea radioactivă a izotopilor brom 87 (Br^{87}) şi iod 137 (I^{137}), perioada reactorului capătă valori de ordinul minutelor şi deci poate fi controlată funcţionarea lui cu mijloace tehnice obişnuite.

Comportarea reactorului în regim nestaţionar este dată deci tot de fluxul de neutroni din reactor, a cărui cunoaştere ne precizează toate caracteristicile reactorului în cursul construcţiei sau a exploatării sale. Deci, pentru cunoaşterea caracteristicilor reactorului trebuie determinată funcţia care dă variaţia fluxului de neutroni în spaţiu şi timp.

Aceasta se determină cunoscînd ecuaţia diferenţială şi condiţiile la limită pe care trebuie să le satisfacă, care se stabilesc pe baza proceselor fizice la care dau naştere neutronii în reactor şi a caracteristicilor cantitative ale acestora.

Pentru a limita sub doza periculoasă pentru personalul de exploatare, intensitatea radiaţiilor β şi γ cît şi a neutronilor care ies prin

suprafața reactorului, peste stratul de reflector se dispune un strat de protecție din beton și fontă a cărui grosime se deduce impunînd condiția ca radiațiile care ies în afara stratului să aibă o intensitate mai mică decît o anumită valoare dată, nepericuloasă pentru personalul de exploatare.

I. Caracterizarea cantitativă a interacțiunii dintre neutroni și nuclee

Pentru a caracteriza cantitativ interacțiunile dintre un neutron care se găsește în mișcare în reactorul nuclear și nucleele de combustibil și moderator, din volumul activ al acestuia este necesar să se utilizeze conceptul de probabilitate.

Pentru ca un neutron să interacționeze cu nucleele din reactor, trebuie ca el să ajungă suficient de aproape de nucleu pentru ca să se poată exercita între el și nucleu forțele nucleare, care scad foarte repede cu distanța de la centrul nucleului considerat că ocupă un spațiu de forma unei sfere cu raza $r = 1{,}5.10^{-13} A^{1/3}$ unde A este numărul de masă al nucleului.

In urma apropierii suficiente între un neutron și un nucleu pot apare trei procese caracterizate prin ceea ce se întîmplă cu neutronul după apropierea lui de nucleu. Acestea sînt :

a) *Șoc elastic sau difuzia neutronului*, în urma căruia neutronul este deviat de pe traiectoria sa inițială și transmite în cursul șocului o parte din energia sa nucleului cu care, s-a ciocnit, micșorîndu-și viteza.

b) *Absorbție urmată de activare* ; neutronul este captat de nucleu și în urma capturii nucleul devine instabil eliminînd energia suplimentară primită, sub formă de radiație γ și dă naștere unui izotop radioactiv.

c) *Absorbție urmată de fisiune* : în urma pătrunderii neutronului în nucleu acesta se divide în două nuclee noi instalabile, β-radioactive și 2 — 3 neutroni.

Fiecare din cele trei procese sînt caracterizate prin probabilitatea pe care o are un neutron să ciocnească un nucleu și să urmeze unul din procesele enumerate.

Valoarea acestor probabilități depinde de caracteristicele nucleului și de viteza neutronului sau energia lui cinetică înainte de șoc. Cum numărul neutronilor pe cm³ în reactor este de ordinul a 10^3 neutr/cm³ iar numărul nucleelor de uraniu metalic pe cm³ este de ordinul 10^{22} nuclee /cm³, probabilitățile se pot defini în mod statistic, conform legii numerelor mari, ca fiind raportul dintre numărul de neutroni care în urma interacțiunii cu nucleele au dat naștere unuia din procese și numărul neutronilor care au pătruns în spațiul ocupat de nucleele care ne interesează.

Să considerăm un flux de neutroni care au aceeași viteză v cm/s, vitezele neutronilor fiind dirijate în același sens avînd aceiași direcție și o densitate de n neutroni/cm³.

Acest flux lovește suprafața S a unei plăci de grosime Δx care are o densitate de N nuclee/cm³ (vezi fig. 3).

Numărul de neutroni care străbat 1 cm² din suprafața S într-o secundă va fi :

$$\Phi = n \text{ (neutroni/ cm}^3\text{)} \; x\, v \text{ (cm/s)} = nv \frac{\text{neutr}}{\text{cm}^2 \; \text{s}} \qquad \text{(I.1}$$

Din aceștia numai o parte $\Delta\, n.v$ vor ciocni într-o secundă nucleele conținute într-un cm² de placă, iar restul de $(n - \Delta\, n)\, v$ vor trece în fiecare secundă prin fiecare cm² de placă fără să fi suferit nici o interacțiune cu nucleele plăcii.

Dintre cei $\Delta\, n.v$ neutroni/cm² s care suferă o interacțiune cu nucleele o parte $\Delta\, n_s.\, v$ vor suferi un șoc elastic sau altfel spus vor fi difuzați.

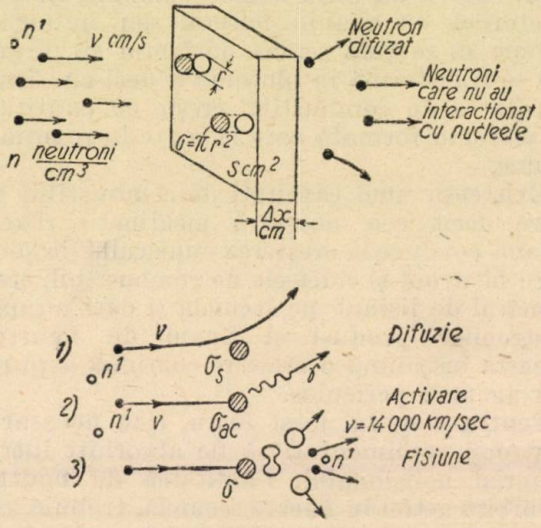


Fig. 3. Interacțiunea dintre neutroni ($_0n^1$) și nuclee.

Raportul $\Delta\, n_s.v/n.v$ este egal cu probabilitatea de difuzie. Restul $\Delta\, n_a.v = (\Delta n - \Delta\, n_s).\, v$ vor fi absorbiți.

Probabilitatea de absorbție va fi $\Delta\, n_a.v/n.v$

Dintre neutronii absorbiți $\Delta\, n_{ac}.\, v$ vor da naștere la un proces de activare, iar $\Delta\, n_f\, v$ la un proces de fisiune. Probabilitățile respective vor fi $\Delta\, n_{ac}v/nv$ și $\Delta\, n_f\, v/n.\, v$.

Aceste probabilități caracterizează nucleele corpurilor din care este făcută placa. Dacă admitem că fiecare nucleu, considerat ca o sferă, are o secțiune transversală $\sigma = \pi\ R^2$ și că pe suprafața S se găsesc N_S nuclee, atunci probabilitatea ca unul din neutronii fascicolului să lovească un nucleu va fi egală cu raportul suprafeței totale ocupate de secțiunile transversale ale nucleelor și suprafața S a plăcii.

Deci :

$$\text{probabilitatea de șoc} = \frac{\Delta n \cdot v}{nv} = \frac{N_S \cdot \sigma}{S} \; . \qquad \text{(I.2.)}$$

Ținînd seama că $N_S = N\, S\, \Delta\, x$, se poate deduce mărimea secțiunii σ cm²/nucleu corespunzătoare probabilității de șoc :

$$\sigma = \frac{\Delta n \cdot\ v/\Delta x}{n \cdot v \cdot N} = \frac{\text{numărul de șocuri/cm}^3 \text{ și s}}{\text{neutroni/cm}^2 \text{ și s } x \text{ nuclee/cm}^3} \qquad \text{(I.3.)}$$

Mărimea σ cm²/nucleu se numește „secțiunea efectivă totală" și poate fi măsurată experimental. Ea este o măsură a probabilității de șoc.

Pentru fiecare din procesele enumerate mai sus se poate atribui nucleului o anumită secțiune, astfel avem :

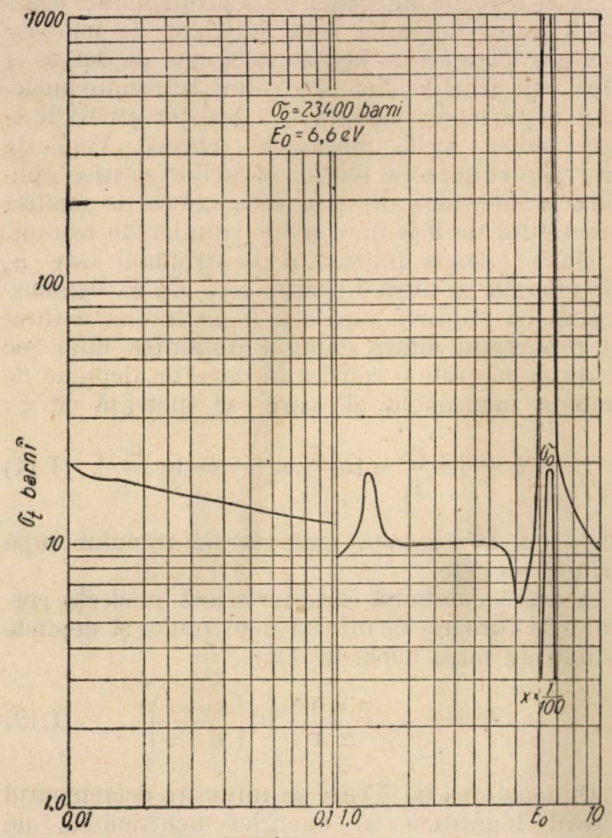


Fig. 4. Curba acțiunii efective totale de șoc pentru uraniu natural (99,3 %) uraniu 238).

a) secțiunea efectivă de difuzie σ_s ;
b) secțiunea efectivă de absorbție σ_a ;
c) secțiunea efectivă de activare σ_{ac} ;
d) secțiunea efectivă de fisiune σ_f.

Conform definiției date secțiunilor efective este evident că avem :

$$\sigma_{totală} = \sigma_s + \sigma_{ac} + \sigma_f. \qquad (I.4.)$$

Secțiunea efectivă corespunzătoare procesului de absorție indiferent de procesul care va urma, activare sau fisiune, este

$$\sigma_a = \sigma_{ac} + \sigma_f. \qquad (I.5)$$

Secțiunile prezentate de nuclee pentru procesele analizate mai sus s-au determinat în mod experimental și sînt de ordinul a $10^{-22} - 10^{-26}$ cm². S-a luat ca unitate comodă pentru exprimarea secțiunii efective 10^{-24}cm² care se numește *barn*.

Secțiunile efective de difuzie, activare și fisiune la neutroni lenți au fost măsurate în ultimii ani pentru toate elementele chimice cu compoziția naturală cît și pentru foarte mulți izotopi. Cercetările experimentale au arătat că nucleele se comportă în mod diferit la diferite viteze ale neutronilor.

Secțiunea efectivă de absorbție depinde de viteza neutronului, deci, de energia lui cinetică. Pentru anumite energii ale netronilor secțiunea de absorbție este foarte mare deci, probabilitatea de absorbție este foarte mare. Asemenea absorbții se numesc absorbții de rezonanță.

Fiecare element poate fi caracterizat printr-o curbă specifică $\sigma = f$ (energia neutronului), care

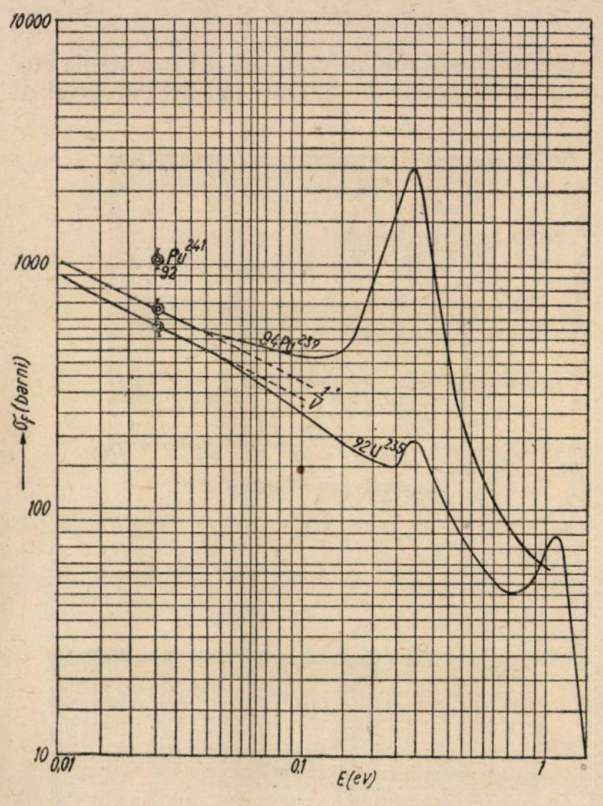


Fig. 5. Curbele secțiunii efective de fisiune pentru uraniu 235 și plutoniu 239

dă comportarea lui față de neutroni. In fig 4, 5 și 6 se văd curbele secțiunilor efective pentru uraniu natural, uraniu 235, plutoniu, bor și cadmiu. Se remarcă la curba secțiunii efective de absorbție a uraniului natural vîrful de rezonanță datorit izotopului 238 cu o valoare maximă de 23400 barni.

Deoarece în reactorul nuclear ne interesează și numărul de nuclee de combustibil sau moderator care se găsesc în fiecare cm³ se utilizează pentru aprecierea comportării unui corp față de neutroni „secțiunea efectivă macroscopică". Aceasta este secțiunea efectivă a tuturor nucleelor conținute într-un cm³, deci :

$$\Sigma \equiv N\,\sigma \text{ cm}^{-1} \qquad (I.6)$$

unde N este numărul de nuclee pe cm³.

In cazul unui mediu format dintr-un amestec omogen de N_u nuclee de uraniu/cm³ și N_c nuclee de carbon/cm³, secțiunea efectivă macroscopică de absorbție va fi :

$$\Sigma_a = N_u \cdot \sigma_{au} + N_c \cdot \sigma_{ac} \qquad (I.7)$$

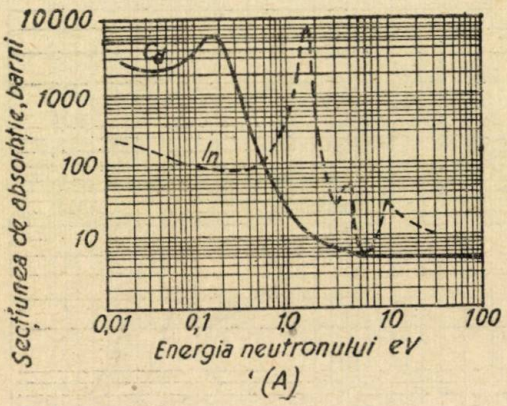
unde σ_{au} este secțiunea efectivă de absorbție a nucleului de uraniu iar σ_{ac} secțiunea efectivă de absorbție a nucleului de carbon.

Din relația (I.3) în care se înlocuește nv cu Φ conform difinției fluxului de neutroni (I.1) și se

ține seama de definiția secțiunii efective macroscopice de șoc, se poate deduce numărul șocurilor dintre neutroni și nuclee pe cm³ într-o secundă, indiferent de procesul care urmează șocului;

$$\text{șocuri/cm}^3.\text{s} = \Sigma\ \Phi. \qquad \text{(I.8)}$$

Numărul neutronilor care sînt absorbiți pe cm³ și s în urma șocurilor într-un mediu caracterizat



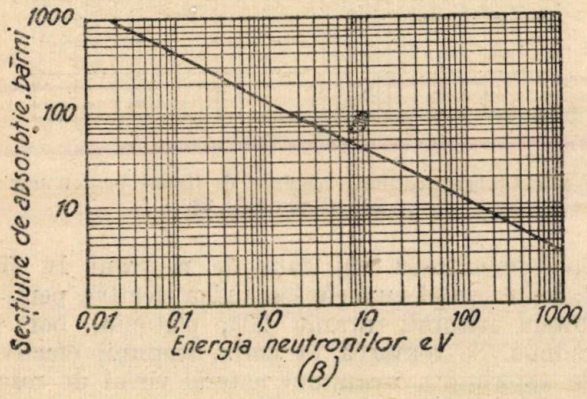


Fig. 6. Secțiunile de absorbție pentru cadmiu (Cd) indiu (In) și bor (B) în funcție de energia neutronilor absorbiți.

printr-o secțiune efectivă macroscopică de absorbție Σ_a va fi egal cu numărul șocurilor urmate de absorbție pe cm³ și s, adică:

$$\text{neutroni absorbiți/cm}^3\ \text{s} = \Sigma_a\ \Phi. \qquad \text{(I.9)}$$

O altă mărime de o deosebită importanță pentru stabilirea dimensiunilor critice ale reactorului nuclear este parcursul mediu între două șocuri pe care îl străbate un neutron într-un mediu dat. Dacă vom considera un mediu caracterizat printr-o secțiune de absorbție a nucleelor lui neglijabilă în raport cu secțiunea de difuzie secțiunea de șoc se confundă cu secțiunea de difuzie, $\sigma = \sigma_s$.

Se poate demonstra că parcursul mediu între două șocuri de difuzie este egal cu inversul secțiunii efective macroscopice de difuzie:

$$\lambda_s = \frac{1}{\Sigma_s}\ \text{cm} = \frac{1}{N\ \sigma_s}\ \text{cm}. \qquad \text{(I.10)}$$

Difuzia neutronilor este rezultatul șocurilor elastice dintre neutroni și nuclee. In urma unui asemenea șoc viteza neutronului poate fi deviată în orice direcție din spațiu cu o probabilitate egală dacă masa nucleului este suficient de mare iar energia cinetică a neutronului nu depășește 1 MeV. In urma șocului neutronul transmite nucleului o parte din energia sa. Acestor șocuri li se pot aplica legile mecanicei clasice. Vom da cîteva rezultate ale teoriei șocurilor elastice aplicate la neutroni, de care este nevoie la analiza procesului de încetinire a neutronilor de reactor.

Dacă energia inițială a neutronului este E_o iar energia sa după j șocuri este E_j, se demonstrează că valoarea medie a logaritmului natural al raportului dintre energia dinaintea unui șoc și după șoc este o constantă care nu depinde de energia neutronului și care se notează cu ξ:

$$\xi = \ln \frac{E_o}{E_1} = \ln \frac{E_1}{E_2} = \ldots = \ln \frac{E_{j-1}}{E_j} \qquad \text{(I.11)}$$

unde cu E_1 s-a notat energia neutronului după primul șoc, etc.

Această constantă caracterizează nucleele corpului în care are loc difuzia neutronilor și depinde numai de masa nucleului (A)

$$\xi = 1 + \frac{(A-1)^2}{2\ A} \ln\left(\frac{A-1}{A+1}\right). \qquad \text{(I.12)}$$

Cunoașterea lui ξ care se numește decrementul mediu logaritmic al energiei neutronului, ne permite să calculăm numărul mediu de șocuri j pe care trebuie să le suporte un neutron pentru a-și micșora energia de la valoarea inițială E_o la valoare dorită, de exemplu pînă la energia termică E_T (= 0,025 eV). Din (I.11).rezultă:

$$j\ \xi = \sum_{k=0}^{j} \ln \frac{E_{k-1}}{E_k} = \ln \frac{E_0}{E_j}$$

și deci:

$$j = \frac{\ln E_o - \ln E_j}{\xi}. \qquad \text{(I.13)}$$

In cazul unor medii compuse din mai multe feluri de nuclee se utilizează valoarea medie a decrementului logaritmic de energie la un șoc $\overline{\xi}$ pentru neutronii care se încetinesc în aceste medii, de exemplu în cazul unui amestec de uraniu și carbon cu secțiuni efective macroscopice de difuzie respectiv Σ_{su} și Σ_{sc}, valoarea medie a decrementului logaritic $\overline{\xi}$ este:

$$\overline{\xi} = \frac{\Sigma_{su}\ \xi_u + \Sigma_{sc}\ \xi_c}{\Sigma_{su} + \Sigma_{sc}} \qquad \text{(I.14)}$$

unde ξ_u și ξ_c se calculează cu formula (I.12).

Cunoașterea secțiunilor efective de difuzie, activare și fisiune și cunoașterea decremenului mediu logaritmic pentru nucleele elementelor utilizate în reactorii nuclearii ne permit determinarea cantitativă a proceselor din reactor și deci a caracteristicilor lui.

In tabela 1 și 2 sînt date aceste mărimi pentru cîteva elemente grele și pentru moderatorii cei mai utilizați.

II. Gazul de neutroni în reactorul nuclear

Intr-un reactor nuclear, vom găsi în fiecare moment, în cursul funcționării sale, în fiecare cm^3, atît în volumul activ cît și în reflector un anumit număr de neutroni care se deplasează cu viteze diferite, suferind șocuri cu nucleele din volumul respectiv în urma cărora neutronii sînt difuzați, absorbiți neproductiv sau absorbiți productiv în combustibil, dînd naștere la fisiuni și deci la noi neutroni.

Aceasta justifică exprimarea că în reactorul nuclear avem un gaz de neutroni.

Tabela 1

Proprietățile nucleare ale moderatorilor

Substanța	Secțiunea efectivă de absorție, σ_a *) barni	Secțiunea efectivă de difuzie σ_s barni	Densitatea atomică N $10^{24}/cm^3$	Secțiunea efectivă de absorbție macroscopică $\Sigma_a = N\sigma_a$ cm^{-1}	Secțiunea efectivă de difuzie macroscopică $\Sigma_s = N\sigma_s$ cm^{-1}	Pierderea de energie la fiecare șoc, ξ	Coeficientul de încetinire, $\frac{\sigma_s}{\sigma_a}\xi$
C	0,0045	4,7	0,080	0,00036	0,38	0,158	165
H_2O	0,66	44,7**) 111*)	0,033	0,022	1,47	0,925	62
D_2O	0,0011	10,5	0,033	0,000036	0,35	0,504	5000
$(CH_2)_n$	0,665***	45,3	0,030	0,020	1,36	0,913	62
Be	0,009	6,1	0,124	0,0011	0,76	0,206	145
BeO	0,009	9,9	0,067	0,0006	0,66	0,173	183
Be_2O	0,023	16,9	0,048	0,0011	0,81	0,193	145

*) La neutroni termici (0,025 eV).
**) La neutronii cu energii de rezonanță.
***) La fiecare unitate CH_2, deci de n ori mai mare pentru $(CH_2)_n$.

Tabela 2

Secțiunile efective ale elementelor grele

Elementul	Număr atomic	Izotopul			Secțiunea efectivă de absorbție la neutroni cu viteza de 2 200 m/s				Secțiunea efectivă de difuzie, σ_s barni
		Greutate atomică	Perioada de semidezintegrare	Răspîndire naturală, %	Secțiunea totală de absorbție, σ_a barni	Secțiunea de activare		Secțiunea de fisiune, σ_{sp} barni	
						σ_{ac}, barni	Perioada de semidezintegrarea nucleului rezultat		
Thoriu	90	232	$1,39.10^{10}$ ani	100	$7,0 \pm 0,4$	$7,7 \pm 0,4$	23,5 min	$< 0,2.10^{-3}$	13 ± 2
Uraniu	92	234	$2,52.10^{5}$ ani	0,0057	89 ± 7	72 ± 0	$8,8.10^{5}$ ani	$< 0,65$	
		235	$8,8.10^{8}$ ani	0,714	650	101	$2,5.10^{7}$ ani	549	8,2
								$V = 2,5 \pm 0,1$ neutroni produși la spargere	
		238	$4,5.10^{9}$ ani	99,3	2,80			5.10^{-4}	8,2
Neptuniu	93	237	$2,5.10^{6}$ ani	nu		170 ± 20	2,1 zile	$(19 \pm 3).10^{-3}$	
		238	2,1 zile	nu				1600 ± 100	
Plutoniu	94	239	$2,4.10^{4}$ ani	nu	1025	361	$6,6.10^{3}$ ani	664 $V = 3,0 \pm 0,1$ neutroni produși la spargere	
		241	~ 12 ani	nu		400 ± 50	$\sim 5.10^{5}$ ani	1080 ± 100	

Deoarece analiza comportării gazului de neutroni într-un reactor este așa cum vom vedea, foarte importantă, pentru a stabili caracteristicile reactorului este necesar să definim cîteva noțiuni caracterizînd acest gaz și să precizăm comportarea calitativă a lui înainte de a trece la o analiză cantitativă.

Ca și în teoria macroscopică a fluidelor se poate considera că într-un element diferențial de volum $dV_{\bar{r}}$ al cărui centru se găsește situat în punctul $R\ (x, y, z)$ determinat prin vectorul de poziție $\bar{r}$ se găsește un număr foarte mare de neutroni, astfel încît făcînd abstracție de fluctuații să se poată defini o densitate a gazului de neutroni constantă în interiorul unui element de volum diferențial, variind însă de la un element de volum la altul deci funcție continuă de coordonatele punctului din centrul elementului de volum.

Dacă notăm densitatea de neutroni cu $n\ (x, y, z) = n\ (\bar{r})$ neutroni/cm³ și o presupunem cunoscută atunci numărul neutronilor conținuți în elementul diferențial de volum $dV_{\bar{r}}$ va fi densitatea înmulțită cu mărimea volumului:

$$\text{număr de neutronii în } dV_{\bar{r}} = n\ (\bar{r}).\ dV_{\bar{r}}. \quad \text{(II.1)}$$

Trebuie să ținem seama și de faptul că neutronii au viteze diferite atît ca mărime cît și ca orientare în spațiu.

Făcînd abstracție de orientarea diferită în spațiu a vitezelor și ținînd seama numai de mărimea vitezei neutronilor, v, deci de mărimea energiei lor cinetice $E\ (= 1/2\ m\ v^2)$, putem să ne imaginăm numărul total al neutronilor cuprinși într-un cm³ $n\ (\bar{r})$ divizat în grupuri de neutroni care au energia cinetică cuprinsă între mărimea E și $E + dE$. Fiecare din aceste grupuri va avea un număr diferit de neutroni, depinzînd de valoarea energiei E la care se consideră intervalul dE. Toți neutronii dintr-un grup se pot considera ca avînd energia constantă E. Dat fiind numărul mare de neutroni /cm³ se poate admite că numărul de netroni cuprinși în fiecare grup de energie E variază continuu de la grup la grup și deci este justificat să putem defini o funcție continuă $n\ (\bar{r}, \bar{E})$ care să ne dea numărul de neutroni pe cm³ cu energia cuprinsă într-un interval egal cu unitatea de energie (1 erg sau 1eV, etc.)

Presupunînd cunoscută această funcție putem avea imediat numărul de neutroni pe cm³ care au energia cuprinsă în intervalul de energie de la E la $E + dE$, care este:

$$n\ (\bar{r}, E)\ dE \left(\frac{\text{neutroni}}{\text{cm}^3}\right) \cdot (eV) \qquad \text{(II.2)}$$

iar numărul neutronilor care au energia cuprinsă în intervalul de la E la $E + dE$ și se găsesc în volumul elementelor $dV_{\bar{r}}$ va fi:

$$n(\bar{r}, E)\ dE.\ dV_{\bar{r}}\ \text{(neutroni)}. \qquad \text{(II.3)}$$

Intre funcția de densitate a neutronilor $n(\bar{r})$ și funcția $n\ (\bar{r}, E)$ există o relație simplă. Numărul total al neutronilor din elementul de volum $dV_{\bar{r}}$ adică $n\ (\bar{r})\ dV_{\bar{r}}$ este egal cu suma neutronilor cuprinși în diversele grupuri care conțin neutronii cu energia aparținînd intervalelor $E - E + dE$, adică $n\ (\bar{r}, E)\ d.E, dV_{\bar{r}}$. Dacă energiile neutronilor sînt cuprinse între valoarea minimă E_1 și maximă E_2 atunci această sumă se poate exprima prin integrala definită de mai jos:

$$n\ (\bar{r})\ dV_{\bar{r}} = \int_{E_1}^{E_2} n(\bar{r},\ E)\ dE\ dV_{\bar{r}}$$

sau simplificînd cu $dV_{\bar{r}}$ avem:

$$n\ (\bar{r}) = \int_{E_1}^{E_2} n\ (\bar{r}, E)\ dE \left(\frac{\text{neutroni}}{\text{cm}^3}\right). \qquad \text{(II.4)}$$

Am văzut la paragraful I, formula (I.1), că pentru caracterizarea interacțiunii dintre neutroni și nuclee joacă un rol important funcția Φ fluxului de neutroni care este produsul dintre numărul de neutroni dintr-un cm³ cu aceiași energie E înmulțit cu viteza v corespunzătoare energiei.

In cazul neutronilor termici se poate considera că toți au aceiași energie medie $E_T = 0{,}025$ eV corespunzătoare vitezei medii $v = 2{,}2$ km/s, deși vitezele lor în realitate sînt distribuite conform legii lui Maxwell. In acest caz în fiecare cm³ nu vom avea decît un singur grup de neutroni cu energii termice și fluxul de neutroni va fi o funcție de coordonate.

$$\Phi\ (\bar{r}) = v \cdot n\ (\bar{r})\ \frac{\text{neutroni}}{\text{cm}^2\ \text{s}}. \qquad \text{(II.5)}$$

In reactor există însă și neutroni rapizi care în cursul încetinirii lor trec prin diverse energii cuprinse între E_o și E_T. Deci în fiecare cm³ vom găsi afară de neutroni termici și grupuri de neutroni cu energia E cuprinsă în diversele intervale dE în care se subîmparte intervalul de energie $E_o \div E_T$. Pentru acest caz este indicat să se definească fluxul neutronilor cu energia cuprinsă în intervalul $E \div E + dE\ (E_o > E > E_T)$ deci cu viteza $v = \sqrt{2E/\text{m}}$. Această funcție $\Phi\ (\bar{r}, E)$ care depinde și de E rezultă imediat din (II.2) și (II.5):

$$\Phi\ (\bar{r},\ E) = n\ (\bar{r},\ E) \cdot v \left(\frac{\text{neutroni}}{\text{cm}^2\ \text{s. eV}}\right).$$

Cum secțiunea macroscopică de șoc depinde de viteza neutronilor și deci energia lor $\Sigma\ (E)$, se poate afla numărul de șocuri pe cm³ și s pe care îl au cu nucleele neutronii cu energia E, al căror număr pe cm² și s este dat de $\Phi\ (\bar{r}, E).\ dE$; aplicînd formula (I.8).

$$\Sigma\ (E).\ \Phi\ (r,\ E)\ dE.$$

Se vede că pentru a caracteriza gazul de neutroni în reactorul nuclear este suficient să cunoaștem expresia funcției care ne dă fluxul neutronilor termici $\Phi\ (\bar{r})$ și funcția fluxului de neutroni rapizi în curs de încetinire $\Phi\ (\bar{r}, E)$.

In cazul cînd reactorul se găseşte într-un regim staţionar densitatea neutronilor şi deci şi fluxul de neutroni sînt funcţii şi de timp $n(\bar{r}, t)$ şi $\Phi(\bar{r}, t)$.

Pentru determinarea fluxului de neutroni în reactori $\Phi(\bar{r}, t)$ trebuie ca pe baza proceselor fizice care au loc în reactor să stabilim condiţiile pe care trebuie să le satisfacă această funcţie, condiţii care se traduc într-o ecuaţie diferenţială a cărei necunoscută este $\Phi(\bar{r}, t)$ şi suficiente condiţii la limită care să ne permită stabilirea valorilor constantelor de integrare.

In reactori, neutronii produşi prin fisiune, pînă cînd ajung să producă şi ei o nouă fisiune suferă două procese importante care trebuie analizate separat, şi anume:

a) încetinirea neutronilor de la energia cu care ei sînt produşi în procesul de fisiune pînă la energii termice;

b) difuzia neutronilor cu energii termice în volumul activ al reactorului, pînă cînd sînt absorbiţi de un nucleu fisionabil.

In cursul celor două procese au loc şi acte de absorbţie a neutronilor de către nuclee, fără să conducă la o fisiune, aşa că o parte din neutroni se pierd datorită absorbţiei neproductive (în uraniu 238 moderator, materiale de construcţii şi impurităţi, bare de reglaj etc.) iar o parte părăsesc volumul activ al reactorului scăpînd în afara lui.

Deosebim astfel două feluri de pierderi:

— pierderi prin absorbţie în nuclee nefisionabile,

— pierderi prin scăpări.

Condiţia principală care ne dă ecuaţia pe care trebuie să o satisfacă funcţia $\Phi(\bar{r}, t)$ este conservarea numărului de neutroni în cele două procese amintite mai sus, în fiecare moment.

Astfel pentru primul proces de difuzie cu încetinire, va trebui să avem:

neutronii produşi prin fisiune = neutronii încetiniţi la energii termice + neutronii pierduţi prin absorbţie + neutronii pierduţi prin scăpări iar pentru al doilea proces de difuzie cu absorbţie: neutronii încetiniţi la energii termice = neutronii care produc fisiunea + neutronii pierduţi prin absorbţie + neutroni pierduţi prin scăpări.

Numărul de neutroni care participă la fiecare proces elementar ce intră în cele două egalităţi de mai sus sînt anumite fracţiuni din fluxul de neutroni $\Phi(\bar{r}, t)$.

In afară de relaţiile de mai sus funcţia $\Phi(\bar{r}, t)$ trebuie să mai satisfacă şi anumite condiţii care depind de forma şi structura reactorului şi care nu permit determinarea dimensiunilor lui.

Este evident că numărul neutronilor pierduţi prin scăpări în cele două procese depinde de forma geometrică şi dimensiunile reactorului, deoarece dacă ne-am imagina un reactor al cărui volum activ ar avea dimensiuni infinite nu s-ar pierde prin scăpări nici un neutron, astfel că termenul respectiv ar dispare din cele două egalităţi.

Pentru a scrie cantitativ relaţiile care dau conservarea neutronilor în reactor este necesar să cunoaştem şi secţiunile macroscopice de difuzie, absorbţie şi fisiune al amestecului de combustibil şi moderator din volumul activ al reactorului. Cum secţiunile efective σ sînt caracteristice ale materialelor utilizate, cunoaşterea secţiunilor macroscopice ($\Sigma = N\sigma$) revine la a cunoaşte numărul de nuclee de combustibil şi numărul de nuclee de moderator pe cm^3 considerînd că amestecul este omogen (vezi formula I.7). Raportul dintre nucleele de combustibil şi de moderator pe cm^3 de volum activ se determină ţinînd seama de condiţia amorsării unei reacţii în lanţ într-un reactor al cărui volum activ ar avea dimensiuni infinite. Odată cunoscut acest raport putem determina secţiunile de absorbţie şi deci putem scrie ecuaţiile diferenţiale de conservarea neutronilor în cazul unui volum activ finit. Impunînd o anumită formă geometrică volumului activ putem deduce dimensiunile lui şi valoarea fluxului de neutroni.

III. Amorsarea reacţiei în lanţ într-un mediu infinit

Vom considera modelul simplu al unui bloc cu dimensiuni suficient de mari pentru ca să poată fi considerat nesfîrşit constînd dintr-un amestec omogen de uraniu natural sau îmbogăţit şi moderator grafit.

Analizăm mai întîi condiţiile ce trebuie îndeplinite pentru a se amorsa o reacţie în lanţ. Dacă presupunem că în momentul iniţial există n_0 neutroni termici, o parte din aceştia vor fi absorbiţi în uraniu şi altă parte în moderator. Din cei absorbiţi în uraniu o parte şi anume cei absorbiţi în izotopul 235 vor da naştere unui proces de fisiune în urma căruia vor apare în medie 2,50 neutroni rapizi. Neutronii rapizi difuzează în masa de uraniu amestecat cu moderator încetinindu-se în urma şocurilor cu nucleele de moderator, însă fiind absorbiţi în special în urma şocurilor cu nucleele de uraniu 238. O parte din neutroni rapizi scapă absorbţiei de rezonanţă în uraniu 238 şi încetinindu-se ajung neutroni termici. In felul acesta ciclul pe care îl parcurg neutronii se închide. La sfîrşitul ciclului vom găsi n neutroni termici, care vor da naştere unui nou ciclu.

Raportul dintre numărul de neutroni termici n de la sfîrşitul ciclului şi numărul de neutroni termici n_0 de la începutul ciclului se numeşte coeficientul total de multiplicare al neutronilor termici într-un mediu infinit şi se notează cu:

$$k_\infty = \frac{n}{n_0}. \qquad \text{(III.1)}$$

Pentru ca să avem o reacţie în lanţ trebuie ca în fiecare ciclu să avem un număr constant de nuclee care fisionează, deci o densitate de neutroni lenţi n constantă. Aceasta înseamnă că n trebuie să fie egal cu n_0 şi deci $k_\infty = 1$.

Coeficientul de multiplicare k este funcţie de secţiunile efective de absorbţie, difuzie şi fisiune ale materialelor utilizate de conţinutul de izotop 235 al uraniului utilizat şi de raportul dintre densitatea de nuclee de moderator şi uraniu.

Vom analiza modul cum variază k_∞ în funcție de acești parametrii urmărind un ciclu complet al neutronilor în reactor.

Cei n_0 neutroni termici de la începutul ciclului vor avea o anumită probabilitate f să scape absorbției în nucleele moderatorului și să fie absorbiți în nucleele de uraniu.

f reprezintă în fond raportul dintre numărul de neutroni care au fost absorbiți în uraniu și numărul total de neutroni care au fost absorbiți de nucleele de uraniu și moderator.

Conform definiției secțiunilor de absorbție efective macroscopice din (I.9) rezultă că numărul neutronilor care au fost absorbiți pe cm³ și s în uraniu va fi $\Sigma_{au}\,\Phi$ unde Σ_{au} este secțiunea macroscopică de absorbție a uraniului $\Sigma_{au} = N_u\,\sigma_{au}$ iar Φ este fluxul de neutroni în mediu infinit (Φ este constant într-un regim staționar în orice punct al unui mediu infinit). Numărul neutronilor care au fost absorbiți de nucleele de uraniu și moderator într-un cm³ și o secundă este conform cu (I.7) și (I.9) : $(N_u\,\sigma_{au} + N_m\,\sigma_{am})$. Valoarea lui f numit factor de utilizare termică va fi :

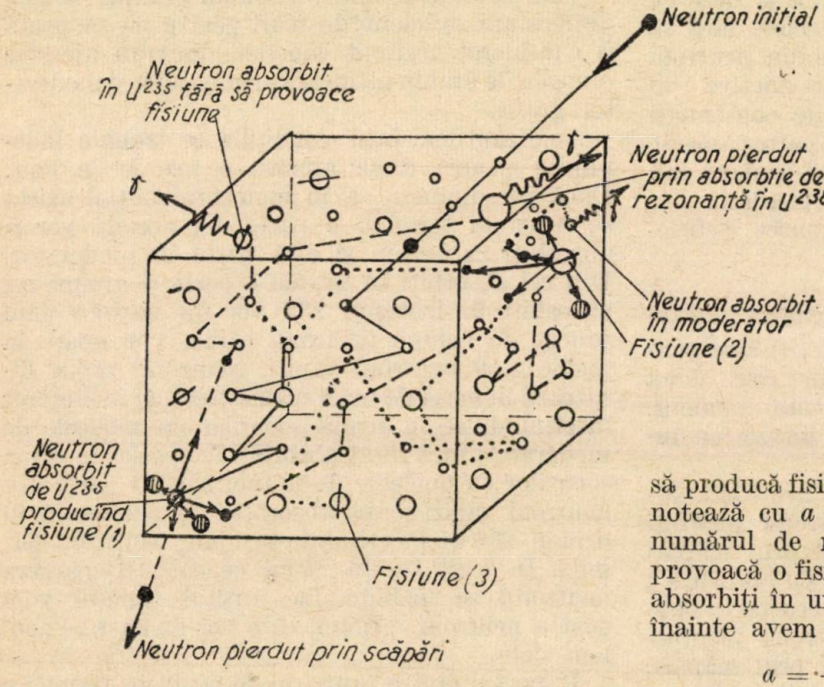


Fig. 7. Ilustrarea proceselor principale pe care le suferă neutronii în volumul activ al reactorului nuclear și amorsarea reacției în lanț

- nuclee de uraniu 235 ;
- nuclee de uraniu 238 ;
- nuclee de moderator (C) ;
- neutroni ;
- produse de fisiune, nuclee de izotopi radioactivi ;
- quante gama ;
- traiectoria neutronului inițial ;
- traiectoria neutronilor rezultați din prima fisiune ;
- traiectoria neutronilor rezultați din a doua fisiune ;

$$f = \frac{\Sigma_{au}\,\Phi}{(\Sigma_{au} + \Sigma_{am})\,\Phi} = \frac{N_u\,\sigma_{au}}{N_u\,\sigma_{au} + N_m\,\sigma_{am}} \,. \qquad \text{(III.2)}$$

Trebuie să ținem seama că N_u care reprezintă numărul de nuclee de uraniu pe cm³ se referă la un amestec de N_{238} nuclee de izotopi uraniu 238/cm³ și N_{235} nuclee de izotopi uraniu 235/cm³ și că secțiunea efectivă de absorbție a uraniului 235 este suma secțiunii de activare σ_{ac235} cu secțiunea de fisiune σ_{f235} în timp ce la uraniu 238 secțiunea de absorbție la neutroni termici este egală cu secțiunea de activare σ_{ac238} , deci :

$$N_u\,\sigma_{au} = N_{235}\,(\sigma_{ac235} + \sigma_{f235}) + N_{238}\,\sigma_{ac238}.$$

Dacă notăm conținutul de izotop 235 în uraniu cu u

$$u = \frac{N_{235}}{N_u}$$

iar raportul dintre numărul de nuclee de moderator și numărul nucleelor de uraniu pe cm³ cu m

$$m = \frac{N_m}{N_u}$$

factorul de utilizare al neutronilor termici, este :

$$f = \frac{1}{1 + \dfrac{m\,\sigma_{am}}{\sigma_{ac238} + u\,(\sigma_{ac235} + \sigma_{f235} - \sigma_{ac238})}} \,. \qquad \text{(III.3)}$$

Se observă că f este cu atît mai mare cu cît u este mai mare, deci cu cît uraniul este mai bogat în isotop 235 și cu cît m este mai mic, deci cu cît numărul atomilor de moderator este mai mic.

Numărul neutronilor care scapă absorbției în moderator va fi fn_0. Intrucît în prima aproximare nu ținem seama de absorbția în materialele de construcție și în barele de reglaj, toți acești neutroni vor fi absorbiți în uraniu. Din aceștia numai o parte vor produce fisiunea nucleelor de uraniu 235. Probabilitatea ca un neutron lent absorbit în uraniu să producă fisiunea unui nucleu de uraniu 235 se notează cu a și este egală cu raportul dintre numărul de neutroni absorbiți în uraniu care provoacă o fisiune și numărul total al neutronilor absorbiți în uraniu. Conform definițiilor date mai înainte avem :

$$a = \frac{N_{235}\cdot\sigma_{f235}}{N_{235}\,(\sigma_{ac235} + \sigma_{f235}) + N_{238}\,\sigma_{ac238}} \,. \qquad \text{(IV.4)}$$

Nu toți neutronii absorbiți în uraniu 235 dau naștere unei fisiuni, o parte din ei activează numai nucleul dînd isotopul uraniu 236. Dacă înlocuim valorile secțiunilor efective de activare și fisiune, rezultă :

$$a = \frac{549}{2{,}8 + 647{,}2\,u} \,.$$

Valoarea lui a crește cu conținutul în izotop 235 și nu depinde decît de u. Numărul neutronilor termici care prin absorbție provoacă o fisiune va fi $a\,f\,n_0$.

Deoarece secțiunile efective de fisiune și activare ale nucleelor nu pot fi modificate numărul neutronilor termici care produc fisiunea nu poate

fi mărit decît mărind conținutul în izotop 235. In uraniul natural se găsește 0,71% uraniu 235 deci u are valoarea :

$$u = 0{,}0071 \cong \frac{1}{140} .$$

In acest caz $a = 0{,}527$. Valoarea lui a poate fi mărită prin îmbogățirea uraniului natural în izotop uraniul 235. Presupunînd că s-a îmbogățit uraniul astfel încît să conțină 5% izotop 235 și deci 95% izotop 238 atunci $u = 1/20$ și $a = 0{,}78$.

In cazul utilizării uraniului natural numai 52,7% din neutroni absorbiți în masa de uraniu conduc la fisiune în timp ce în cazul uraniului îmbogățit (5%), 78% din neutronii termici absorbiți în uraniu dau naștere la fisiune.

Numărul neutronilor termici care sînt absorbiți de nucleele de uraniu și produc fisiunea nucleelor de uraniu 235 este deci $a\ f\ n_0$.

La fisiunea fiecărui nucleu de uraniu 235 se produc în medie v neutroni rapizi ($v = 2{,}50$). Numărul neutronilor rapizi produși de cei $a\ f\ n_0$ neutroni termici va fi $va\ fn_0$.

Atît v cît și a caracterizează uraniul. Produsul lor se notează cu η și se numește coeficientul de multiplicare al uraniului la neutroni termici.

Pentru uraniul natural el este :

$$\eta = a\ v = 2{,}5.0{,}527 = 1{,}317$$

iar pentru uraniul îmbogățit 5%

$$\eta = 2{,}5.0{,}780 = 1{,}950.$$

Neutronii rapizi vor lovi nucleele de uraniu 238 și de moderator. O parte din ei vor fi absorbiți de nucleele de uraniu 238 și datorită faptului că au o energie peste 1MeV vor produce fisiunea acestora. Probabilitatea de a se produce fisiunea uraniului 238 la neutroni rapizi în reactorii termici este foarte mică. Pentru a ține seama de numărul neutronilor produși în urma fisiunii izotopului 238 se înmulțește $\eta\ f\ n_0$ cu ε, care se numește „coeficientul de multiplicare la neutroni rapizi". Valoarea lui ε pentru unii reactori termici heterogeni care sînt astăzi în funcțiune este $\varepsilon = 1{,}025 - 1{,}03$.

Numărul total al neutronilor rapizi produși este deci $\varepsilon\ \eta\ f\ n_0$ în urma șocurilor elastice cu nucleele moderatorului și ale uraniului neutronii rapizi se încetinesc. In cursul încetinirii de la 2 MeV ei ajung să aibă energii de 6 — 7 eV.

Dacă în acest interval de energie lovesc un nucleu de uraniu 238 ei vor fi absorbiți cu o mare probabilitate. Din această cauză este necesar ca neutronii în curs de încetinire să sufere cît mai puține șocuri cu nucleele de uraniu și cît mai multe cu nucleele moderatorului. Deci raportul $m = N_m/N_u$ să fie cît mai mare. Dacă în locul unui amestec omogen de uraniu și moderator se dispune uraniul sub forma unor cuburi sau bare în masa de moderator atunci neutronul rapid iese din bara de uraniu înainte de a fi atins energia de rezonanță (6 — 7 eV) și are o mare posibilitate de a pătrunde în altă bară numai după ce s-a încetinit în moderator sub această energie. In felul acesta se mărește probabilitatea de a evita absorbția de rezonanță a neutronilor rapizi în uraniu 238.

Probabilitatea ca un neutron să nu fie absorbit de uraniu în cursul încetinirii lui, se notează cu p și este egală cu raportul dintre numărul de neutroni care s-au încetinit fără a fi absorbiți și numărul neutronilor rapizi ($\varepsilon\ \eta\ f\ n_0$).

Curba acțiunii de absorbție a uraniului 238 ca funcție de energia neutronilor nefiind cunoscută cu precizie, se utilizează o valoare medie a secțiunii de absorbție pentru intervalul de energie 2 MeV — 0,4 eV. Aceasta se determină experimental și depinde de raportul dintre suprafața și masa blocurilor de uraniu. Formula empirică, cunoscută pentru uraniu natural este.

$$\bar{\sigma}_{a238} = 9{,}25\left(1 + 2{,}67\ \frac{S}{M}\right) \text{barni} . \qquad \text{(III.5)}$$

unde S este suprafața blocului în cm^2 iar M-masa blocului în grame.

In cazul unui amestec omogen secțiunea medie de absorbție este de 240 barni.

Dacă uraniul se dispune sub forma de cuburi cu latura de 5 cm sau bare cilindrice cu diametrul de ~ 3 cm și lungimea de 100, cm atunci $\bar{\sigma}_{a238} \cong 10{,}8$ barni.

In cazul cînd se utilizează ca moderator elemente cu greutate atomică suficient de mare (de exemplu carbon sau beriliu) și se neglijează efectul de încetinire al uraniului, probabilitatea ca un neutron în curs de încetinire să scape de absorbția de rezonanță, este :

$$p = e^{-\frac{N_{238}\,\bar{\sigma}_{a238}}{\xi_m\,\Sigma_{sm}}} \qquad \text{(III.6)}$$

unde Σ_{sm} este secțiunea macroscopică de difuzie a moderatorului. Introducînd mărimile u și m probabilitatea ca neutronul să evite absorbția de rezonanță devine :

$$p = e^{-\frac{\bar{\sigma}_{a238}(1-u)}{\xi_m \cdot \sigma_{sm} \cdot m}} .$$

Se vede că, cu cît cantitatea de moderator este mai mare în raport cu cantitatea de uraniu (m mare) și cu cît pierderea de energie în urma unui șoc este mai mare (ξ mare) cu atît p este mai mare. Deoarece probabilitatea ca să cioc nească un nucleu de uraniu este mai mică și numărul de șocuri necesare pentru a se încetini este mai mic. De asemenea p crește cu gradul de îmbogățire al uraniului (u).

In cazul unui mediu heterogen în care uraniul este dispus sub formă de bare formînd o rețea cu simetrie cilindrică $\bar{\sigma}_{a238}$ este dat de (III.5). In acest caz însă densitatea neutronilor termici este mai mică în blocurile de uraniu decît în masa de moderator datorită absorbției puternice a lor în uraniu. Coeficientul de utilizare termică este raportul dintre neutronii termici absorbiți în volumul V_u ocupat de o bară de uraniu unde fluxul mediu este Φ_u și numărul de neutroni absorbiți în uraniu și cantitatea de moderator ce revine unei bare în rețea, ocupînd un volum V_m unde fluxul

mediu este Φ_m. Numărul neutronilor absorbiți în uraniu pe cm^3 și sec este $\Sigma_{au}\ \Phi_u$ iar în volumul V_u va fi $\Sigma_{au}\ \Phi_u\ V_u$. De asemenea absorbția în volumul de moderator ce revine unei bare de

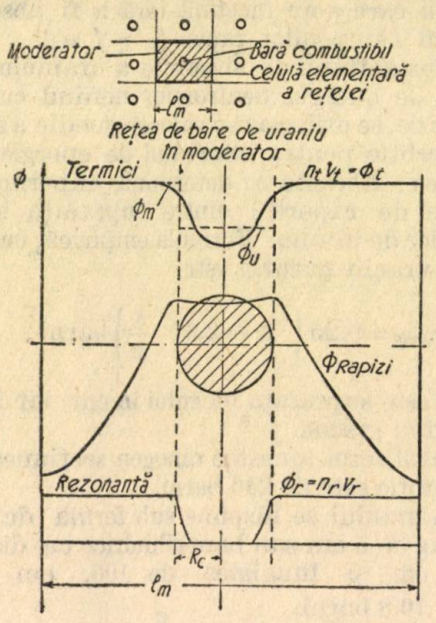


Fig. 8. Distribuția fluxurilor de neutroni într-o celulă a unei rețele cu bare cilindrice așezat într-o rețea patrată.

Φ_t — fluxul neutronilor termici scade în bară detorită absorției mai mari decît în moderator:

Φ_r — fluxul neutronilor cu energii în jurul energiei corespunzătoare absorbției de rezonanță, scade la zero în interiorul barei datorită puternicei absorbții exercitate de primele straturi de uraniu 238:

Φ_r — fluxul neutronilor rapizi este aproape constant în bară unde iau naștere neutronii rapizi în urma fisiunilor și scade repede în moderator datorită încetinirii neutronilor

uraniu va fi $\Sigma_{am}\ \Phi_m\ V_m$ și f pentru reactori heterogeni devine:

$$f = \frac{\Sigma_{au}\,\Phi_u\,V_u}{\Sigma_{au}\,\Phi_u\,V_u + \Sigma_{am}\,\Phi_m\,V_m} = \frac{\Sigma_{au}}{\Sigma_{au} + \Sigma_{am}\left(\frac{V_m}{V_u}\right)\left(\frac{\Phi_m}{\Phi_u}\right)}. \qquad \text{(III.7)}$$

In fig. 8 se vede repartiția fluxurilor pentru o celulă de rețea heterogenă.

Numărul neutronilor rapizi care s-au încetinit pînă la energii termice fără a fi absorbiți în uraniu 238 și care vor da naștere unui nou ciclu, va fi:

$$n = \varepsilon\,\eta\,f\,p\,n_0 \qquad \text{(III.8)}$$

unde ε, η, f și p sînt date de relațiile stabilite mai sus. Relația (III.8) ne permite să deducem valoarea coeficientului de multiplicare totală în mediul infinit.

$$k_\infty = \frac{n}{n_0} = \varepsilon\,\eta\,f\,p. \qquad \text{(III.9)}$$

Coeficientul de multiplicare este deci o funcție de $m = N_m / N_u$ pentru un anumit grad de îmbogățire u dat.

In cazul reactorilor heterogeni fiecare celulă va avea același coeficient de multiplicare. In cazul reactorilor mari formați dintr-un număr mare de celule se poate considera că fluxul neutronilor termici variază continuu de la celulă la celulă avînd o valoare medie dată în interiorul unei celule. In acest fel se poate reduce problema repartiției fluxului în volumul activ al reactorilor heterogeni la repartiția fluxului în reactori omogeni.

Raportul dintre cantitatea de moderator și uraniu la care: k_∞ este maxim se numește raportul optim. In fig. 9 se văd curbele care dau valoarea

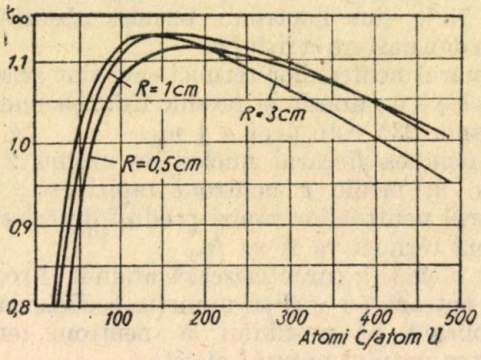


Fig. 9. Factorul de multiplicare infinit pentru o rețea de uraniu în grafit R — raza barei de combustibil în cm.

lui k_∞ în funcție de raportul $m = N_m / N_u$ pentru un reactor heterogen a cărei rețea este compusă din bare cilindrice cu raze diferite.

Pentru ca reacția în lanț să se amorseze este necesar ca să avem $k_\infty = 1$. Deoarece noi nu am considerat pierderile prin absorbție în materialele de construcție, în produsele de fisiune care după un timp vor modifica structura reactorului mărind secțiunea macroscopică de absorbție a mediului, în barele de reglaj care trebuie să ne asigure o funcționare staționară a reactorului chiar atunci cînd datorită fisiunilor cantitatea de uraniu 235 (N_{235}) s-a micșorat cît și de pierderile prin scăpări, va trebui să luăm un m corespunzător unui $k_\infty > 1$ astfel încît să se poată acoperi toate aceste pierderi de neutroni.

IV. Difuzia cu absorbție a neutronilor termici în reactorul nuclear real

Volumul activ al unui reactor real avînd dimensiuni finite, în fiecare ciclu o parte din neutroni se vor pierde prin scăpări atît în procesul de încetinire cît și în procesul de difuzie a lor ca neutroni termici. De aceia în reactorii reali trebuie să ținem seama că neutronii au o anumită probabilitate de a se pierde prin scăpări. Dacă un neutron termic, într-un mediu infinit produce k_∞ neutroni la sfîrșitul unui ciclu, într-un mediu finit acest număr este mai mic și anume

$$k = P\,k_\infty \qquad \text{(IV.1)}$$

unde P este probabilitatea de a evita scăpările şi este egală cu numărul neutronilor care s-au pierdut prin scăpări împărţit la numărul total al neutronilor care participă la un ciclu nou.

k este coeficientul de multiplicare al reactorului finit şi dă numărul de neutroni termici produşi la sfîrşitul unui ciclu de un neutron termic iniţial.

Pentru a determina coeficientul de multiplicare k trebuie mai întîi să analizăm cum se comportă în spaţiu gazul de neutroni din reactor.

Spre deosebire de cazul unui mediu infinit în care densitatea de neutroni şi deci fluxul de neutroni termici este uniform în tot spaţiul în regim staţionar, într-un mediu finit datorită pierderilor de neutroni prin suprafaţa lui se stabileşte o anumită distribuţie a densităţii de neutroni $n(x,y,z) = n(\bar{r})$ care este diferită în diferitele elemente diferenţiale de volum $dV_{\bar{r}}$.

Pentru a urmări o succesiune logică în introducerea mărimilor cantitative care permit analiza mai detaliată a procesului de încetinire şi difuzie cu absorbţie a neutronilor în reactor, care permit deci stabilirea valorii coeficientului real de multiplicare k, vom începe cu analiza procesului de difuzie cu absorbţie a neutronilor termici.

Este necesar să gîndim volumul activ finit al reactorului descompus într-o serie de elemente de volum diferenţiale $dV_{\bar{r}}$ în sensul în care s-a considerat la paragraful III. In cazul reactorilor heterogeni mari *) se poate considera ca volum elementar volumul unei celule la care se admite că fluxul neutronilor termici este constant, egal cu fluxul mediu din celulă.

In fiecare volum elementar $dV_{\bar{r}}$ vom avea un anumit număr de neutroni care conform (II. 1) este :

$$n\ (\bar{r})\ dV_{\bar{r}}.$$

Deoarece neutronii termici pot fi consideraţi ca avînd o viteză constantă egală cu viteza medie, se poate defini în fiecare element de volum fluxul de neutroni ca funcţie de coordonate :

$$\Phi\ (\bar{r}) = vn(\bar{r}). \qquad \text{(IV.2)}$$

Vom considera mai întîi un mediu în care absorbţia neutronilor este atît de slabă, încît poate fi neglijată, aceasta înseamnă că secţiunea macroscopică de absorbţie (Σ_a) este foarte mică în raport cu secţiunea macroscopică de difuzie (Σ_s). Intr-un asemenea mediu neutronii suferă numai şocuri elastice cu nucleele atomilor sistemului. Deoarece considerăm numai neutronii termici, în urma acestor şocuri repartiţia energiei lor nu se va schimba şi deci energia lor medie în cursul procesului de difuzie va fi aceiaşi tot timpul astfel încît putem considera că neutronii termici au aceiaşi viteză egală cu viteza lor medie. Aceasta justifică utilizarea funcţiei care dă fluxul de neutroni sub forma (IV. 2).

Procesul de difuzie a neutronilor termici constă astfel numai în trecerea în urma şocurilor elastice a neutronilor dintr-un element de

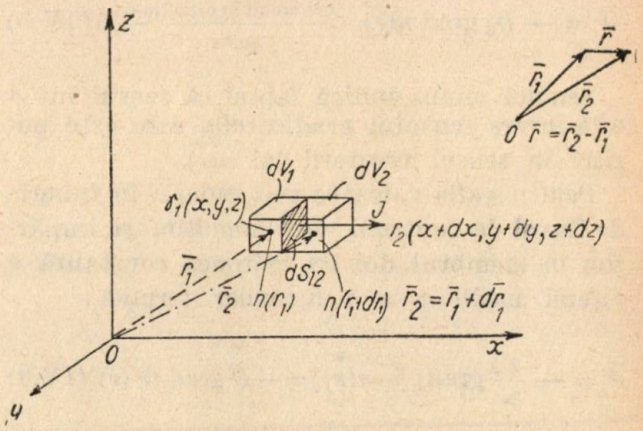


Fig. 10. Difuzia neutronilor termici.

volum în alt element de volum. Prin difuzie se înţelege deplasarea în spaţiu a neutronilor în urma şocurilor cu nucleele.

Legea care caracterizează difuzia este analoagă cu legea propagării căldurii. Neutronii au tendinţa de a se deplasa din regiunile unde densitatea $n\ (\bar{r})$ este mai mare în regiunile unde densitatea de neutroni este mai mică. Acest lucru este explicabil, datorită faptului că în regiunile cu densitate de neutroni mai mare numărul şocurilor pe cm² şi secundă este mai mare şi deci probabilitatea ca neutronul să sufere un şoc în urma căreia să părăsească regiunea respectivă este mai mare.

Să ne imaginăm două elemente de volum dV_1 şi dV_2 situate în punctele $\bar{r}_1\ (x, y, z)$ şi $\bar{r}_2(x+dx, y+dy, z+dz)$ avînd suprafaţa comună dS_{12} ca în fig. 10. In punctul $\bar{r}_1$ valoarea densităţii de neutroni este $n(\bar{r}_1)$ iar în $\bar{r}_2$ este $n(\bar{r}_2) = (\bar{r}_1 + d\bar{r}_1) = n(\bar{r}_1) + dn\ (\bar{r}_1)$ întrucît funcţia densităţii de neutroni este continuă (vezi II.) Prin suprafaţa dS_{12} vor trece neutronii din elementul de volum $dV_{\bar{r}1}$ unde presupunem că densitatea de neutroni este mai mare spre $dV_{\bar{r}2}$ unde este mai mică.

Numărul de neutroni care trec pe cm² şi s prin suprafaţa dS_{12} se numeşte curentul densităţii de neutroni.

*) Prin reactori mari se înţelege un reactor cu un număr mare de celule elementare.

După cum rezultă din cele spuse mai sus el trebuie să fie proporțional cu scăderea densității de neutroni de la $dV_{\bar{r}1}$ la $dV_{\bar{r}2}$ în direcția $\bar{r} = \bar{r}_2 - \bar{r}_1$. Densitatea de neutroni poate fi considerată ca un potențial scalar și deci variația ei după o anumită direcție din spațiu este dată de gradientul funcției $n(\bar{r})$ după această direcție.

Notînd factorul de proporționalitate cu D_0, curentul densității de neutroni va fi dat de relația:

$$\bar{J} = -D_0 \operatorname{grad} n(\bar{r}) \frac{\text{neutronii în direcția } \bar{r}}{\text{cm}^2\ \text{s}}. \quad \text{(IV.3)}$$

Semnul minus indică faptul că sensul lui $\bar{J}$ este invers sensului gradientului care este pozitiv în sensul creșterii lui $n(\bar{r})$.

Pentru a afla valoarea vectorului $\bar{J}$ în funcție de fluxul de neutroni $\Phi(\bar{r})$ înmulțim și împărțim în membrul doi cu mărimea constantă a vitezei medii v a neutronilor termici:

$$\bar{J} = -\frac{D_0}{v} \operatorname{grad}[v \cdot \vec{n}(\bar{r})] = -D \operatorname{grad} \Phi(\bar{r}) \quad \text{(IV.4)}$$

unde D se numește coeficientul de difuzie pentru fluxul de neutroni.

Valoarea lui D este dată în teoria elementară a difuziei în funcție de secțiunea macroscopică de difuzie Σ_s și greutatea atomică A a nucleelor elementului care formează mediul în care are loc difuzia neutronilor.

$$D = \frac{1}{3\,\Sigma_s\left(1-\frac{2}{3A}\right)}. \quad \text{(IV.5)}$$

Cunoașterea vectorului curentului densității de neutroni ne permite să aflăm numărul de neutroni care trec printr-o suprafață oarecare într-o secundă, suprafața avînd o orientare dată în spațiu. Putem astfel calcula care este numărul de neutroni care părăsesc într-o secundă un volum dat cu o anumită suprafață exterioară.

In cazul unui volum diferențial $dV_{\bar{r}}$ se știe din calculul vectorial că acest număr este dat de divergența vectorului $\bar{J}$ luată în punctul $\bar{r}$ din centrul elementului de volum $dV_{\bar{r}}$ înmulțită cu mărimea volumului elementar $dV_{\bar{r}}$; numărul de neutroni care părăsesc într-o secundă volumul elementar $dV_{\bar{r}} = \operatorname{div} \bar{J}.\ dV_{\bar{r}} = \operatorname{div}(-D \operatorname{grad} \Phi) dV_{\bar{r}}$.

Dacă D este constant în tot spațiul, adică dacă sistemul de corpuri în care difuzează neutronii este omogen, se poate scrie

$$\operatorname{div}(-D \operatorname{grad} \Phi) = -D \operatorname{div}(\operatorname{grad} \Phi) = -D\nabla^2\Phi$$

unde: ∇^2 este operatorul lui Laplace:

$$\nabla^2 = \frac{\partial}{\partial x^2} + \frac{\partial}{\partial y^2} + \frac{\partial}{\partial z^2}$$

$-D\nabla^2 \Phi(\vec{r})$ reprezintă numărul de neutroni care părăsesc unitatea de volum într-o secundă.

Dacă în volumul activ al reactorului apar în fiecare cm³ și în fiecare secundă $S(\bar{r})$ neutronii termici produși de o serie de surse continuu distribuite în spațiu atunci în volumul elementar $dV_{\bar{r}}$ vom avea:

neutroni produși pe secundă în volumul elementar $dV_{\bar{r}} = S(\bar{r})\, dV_{\bar{r}}$.

Conservarea neutronilor în acest caz cere ca în regim staționar să avem:

neutroni produși într-o secundă în volumul $dV_{\bar{r}}$ = neutroni care părăsesc într-o secundă volumul $dV_{\bar{r}}$ adică:

$$S(\bar{r}) dV_{\bar{r}} = -D\nabla^2 \Phi(\bar{r}) dV_{\bar{r}}. \quad \text{(IV.6)}$$

Dacă simplificăm cu $dV_{\bar{r}}$ obținem ecuația diferențială a difuziei pe care trebuie s-o satisfacă $\Phi(r)$ într-un mediu cu surse dar fără absorbție în regim staționar.

Cum în volumul activ al reactorului absorbția joacă un rol foarte important și nu poate fi neglijată trebuie să completăm ecuația (IV.6) cu un termen suplimentar care să țină seama de numărul neutronilor absorbiți pe secundă în volumul elementar $dV_{\bar{r}}$. Dacă volumul activ al reactorului este caracterizat prin secțiunea macroscopică de absorbție Σ_a, atunci în elementul de volum $dV_{\bar{r}}$ numărul șocurilor pe secundă care se soldează cu absorbția neutronului va fi $\Sigma_a \Phi(\bar{r})\, dV_{\bar{r}}$ (vezi I.9). Acest număr este egal cu numărul neutronilor care se pierd prin absorbție în fiecare secundă în volumul $dV_{\bar{r}}$. In ecuația conservării neutronilor trebuie adăugat în membrul doi numărul neutronilor pierduți prin absorbție, astfel încît (IV.6) devine:

$$S(\bar{r})\, dV_{\bar{r}} = -D\nabla^2 \Phi(\bar{r})\, dV_{\bar{r}} + \Sigma_a \Phi(\bar{r})\, dV_{\bar{r}} \quad \text{(IV.7)}$$

Trecînd totul în membru întîi și simplificînd cu $dV_{\bar{r}}$ avem ecuația difuziei neutronilor termici în volumul activ al unui reactor omogen, în care se găsesc surse de neutroni termici uniform distribuite în volum, în regim staționar:

$$D\nabla^2 \Phi(\bar{r}) - \Sigma_a \Phi(\bar{r}) + S(\bar{r}) = 0 \quad \text{(IV.8)}$$

In cazul unui mediu absorbant dar fără surse uniform distribuite ecuația care descrie fluxul de neutroni devine în mediul care nu conține surse:

$$D\nabla^2 \Phi(\bar{r}) - \Sigma_a \Phi(\bar{r}) = 0$$

Sau notînd : $D/\Sigma_a = L^2\ (\text{cm}^2)$: (IV)

$$\nabla^2 \Phi(\bar{r}) - \frac{1}{L^2}\Phi(\bar{r}) = 0.$$

L^2 se poate demonstra că reprezintă a şasea parte din media pătratelor parcursurilor pe care le străbat neutronii în mediu din momentul naşterii lor pînă cînd sînt absorbiţi :

Dacă reactorul nu este într-un regim staţionar atunci fluxul de neutroni depinde şi de timp, iar membrul stîng al ecuaţiei (IV.8) nu se mai anulează ci trebuie să fie egal cu variaţia în timp a densităţii de neutroni $n(r,t)$. Cum neutronii termici pot fi consideraţi că au o viteză constantă atunci se poate scrie :

$$\frac{\partial n(\bar{r},t)}{\partial t} = \frac{1}{v}\frac{\partial [vn(\bar{r},t)]}{\partial t} = \frac{1}{v}\frac{\partial \Phi(\bar{r},t)}{\partial t}$$

Dacă se consideră că şi puterea sursei S variază cu timpul deci este o funcţie $S(\bar{r}, t)$ atunci în regim nestaţionar ecuaţia pe care o satisface fluxul de neutroni termici în mediul activ al reactorului este :

$$D\nabla^2\Phi(\bar{r},t) - \Sigma_a \Phi(\bar{r},t) + S(\bar{r},t) = \frac{1}{v}\frac{\partial \Phi(\bar{r},t)}{\partial t}. \quad \text{(IV.10)}$$

In această ecuaţie în afară de fluxul de neutroni $\Phi(\bar{r}, t)$, mai apare : coeficientul de difuzie al mediului pentru fluxul de neutroni care depinde de secţiunea efectivă de difuzie a mediului ; secţiunea macroscopică de absorbţie a mediului Σ_a ; viteza medie a neutronilor termici $v = 2{,}2$ km/s şi puterea surselor de neutroni termici $S(r, t)$.

Atît D cît şi Σ_a sînt cunoscute dacă se dă compoziţia mediului, adică numărul de nuclee pe cm^3 din fiecare element chimic care intră în compoziţia mediului din volumul activ.

In paragraful III am văzut cum se calculează compoziţia mediului care formează volumul activ al reactorului, ţinînd seama de condiţia amorsării şi menţinerii unei reacţii în lanţ în mediu infinit.

In ecuaţie rămîn ca necunoscute Φ şi S. $S(r, t)$ ne dă numărul de neutroni termici care apar pe cm^3 într-o secundă. Neutronii termici apar în reactor prin încetinirea neutronilor rapizi, apăruţi în urma proceselor de fisiune, pînă la energii termice. Analiza procesului de încetinire va trebui să ne furnizeze expresia funcţiei $S(r,t)$. Odată cunoscută această funcţie soluţia ecuaţiei (IV.9) ne dă funcţia $\Phi(r,t)$ a fluxului de neutroni.

★

ХАРАКТЕРИСТИКИ АТОМНЫХ РЕАКТОРОВ

Резюме

В настоящей статье описываются процессы, которые имеют место в ядерных реакторах, с целью определения их характеристик, необходимые для ознакомления инженеров-энергетиков с задачами характернымн для атомных реакторов как энергетических источников.

★

DIE CHARAKTERISTIKEN DER KERNREAKTOREN

Der Aufsatz bringt die Analyse des sich in den Kernreaktoren abwickelnden Vorganges und die Bestimmung dessen Charakteristiken. Der dabei verfolgte Zweck ist, den Energetiker einen besseren Einblick in die spezifischen Fragen der als Energiespender betrachteten Kernreaktoren zu gewähren.

Economia de combustibil obţinută prin recirculaţia gazelor de ardere la preîncălzitoarele de aer pentru uscătorii

Ing. V. GHIA

Se prezintă comparativ două metode de calcul a economiei de combustibil rezultată din aplicarea recirculaţiei gazelor de ardere la preîncălzitoarele de aer pentru uscătorii. Prima metodă avînd la bază calculul cu ajutorul diagramei i, t nefiind tratată în literatura de specialitate, se propune spre a fi aplicată pentru situaţiile specificate în textul lucrării, deoarece prezintă o serie de avantaje faţă de metodele clasice.

1. Generalităţi

Aerul preîncălzit se utilizează în instalaţiile de uscare acolo unde gazele de ardere nu pot fi folosite ca agent uscător, deoarece conţin cenuşe sburătoare care se poate depune pe materialul de uscat. De obicei preîncălzirea aerului pînă la temperatura de 200...350°, se face în recuperatoare metalice prevăzute cu focar independent.

Dezavantajul recuperatoarelor metalice constă în arderea lor, care se produce cînd suprafeţele de schimb de căldură se încălzesc peste temperatura admisibilă materialului din care sînt construite.

Deoarece nu rezistă la temperaturi înalte, oţelul carbon normal este admis numai pentru temperatura gazelor de ardere de 500...550°C. Temperatura pereţilor recuperatorului nu poate depăşi 350...450°C în caz că este alcătuit din tuburi şi 300...350°C în cazul plăcilor. Cînd se ard combustibili conţinînd sulf, se folosesc recuperatoarele de fontă. Fonta obişnuită suportă în bune condiţii la mers de regim, gaze de ardere avînd temperaturi în jurul a 800°C.

Pentru a evita supraîncălzirea elementelor recuperatorului şi deci distrugerea lui rapidă, se utilizează diluarea cu aer rece a gazelor de ardere la intrarea în recuperator sau recircularea gazelor de ardere.

Răcirea cu aer a gazelor de ardere evacuate din focar este dezavantajoasă :

Astfel, deoarece aerul de răcire se introduce la temperatura ambiantă care este inferioară temperaturii la care este evacuat din recuperator împreună cu gazele de ardere, rezultă că aerul de răcire elimină din instalaţie o cantitate de căldură corespunzătoare diferenţei de entalpie între temperatura la care este evacuat din recuperator şi temperatura ambiantă.

Dacă nu se realizează un amestec intim între aerul de răcire şi gazele de ardere, nu va avea loc o răcire apreciabilă a gazelor în toată secţiunea canalului pe care este plasat recuperatorul. In consecinţă din cauza dilatării inegale vor lua naştere tensiuni considerabile în elementele recuperatorului, ceea ce va provoca distrugerea lor rapidă.

Reducerea temperaturii gazelor evacuate din focar, pînă la valoarea admisă de materialul recuperatorului, se poate face şi cu gaze de ardere evacuate din recuperator. Răcirea prin recircularea produselor de ardere este avantajoasă deoarece gazele recirculate sînt introduse înaintea recuperatorului avînd aceeaşi temperatură ca la evacuarea din recuperator*). Astfel întreaga cantitate de căldură cedată prin răcire de gazele de ardere, gazelor recirculate, este utilizată, ea servind la preîncălzirea aerului utilizat la uscare.

Acest procedeu elimină în bună parte şi celelalte dezavantaje ale răcirii cu aer, iar în plus mai produce o activare a transmisiei căldurii prin convecţia datorită măriri vitezei de scurgere a gazelor prin recuperator ca o consecinţă a sporirii debitului lor.

In cele ce urmează se va arăta modul în care se poate studia prin două metode cu ajutorul diagramelor *i, t* şi *I, d* răcirea cu aer şi cu gaze recirculate, determinîndu-se finalmente economia de combustibil ce rezultă prin aplicarea recirculaţiei gazelor de ardere.

2. Calculul cu ajutorul diagramei *i, t*

Notaţiile principale ce se vor utiliza în acest capitol sînt următoarele :

α este coeficientul de exces de aer ;

t_a — temperatura mediului ambiant (°C) ;

t_{ge} — temperatura gazelor de ardere la evacuarea din focar (°C) ;

t_{ga} — temperatura gazelor de ardere la limita admisă de calitatea materialului de construcţie a elementelor recuperatorului (°C) ;

t_{er} — temperatura gazelor de ardere la evacuarea din recuperator (°C) ;

V_a — cantitatea de aer aspirată pentru răcirea a 1 Nm^3 gaze de ardere între temperaturile t_{ge} şi t_{ga} $\left(\frac{Nm^3}{Nm^3}\right)$;

V_{gr} — cantitatea de gaze recirculate pentru răcirea a 1 Nm^3 gaze de ardere între temperaturile t_{ge} şi t_{ga} $\left(\frac{Nm^3}{Nm^3}\right)$;

$V_{ga}^{**)}$ — cantitatea de gaze de ardere obţinută prin arderea a 1 kg combustibil la un anumit coeficient de exces de aer α $\left(\frac{Nm^3}{kg}\right)$;

*) Se neglijează pierderile de căldură.

**) V_{ga} se referă la cantitatea de gaze de ardere obţinute prin arderea a 1 kg combustibil dacă se utilizează combustibil lichid sau solid sau a 1 Nm^3 dacă se arde combustibil gazos. In cazul în care se pulverizează combustibilul lichid cu abur în V_{ga} se va include şi cantitatea de abur pentru pulverizare.

H_i – puterea calorifică inferioară a combustibilului ars în focar $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}\right)$;

i_{ge} – entalpia specifică a gazelor de ardere la temperatura de evacuare din focar t_{ge} $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{Nm}^3}\right)$;

i_{ga} – entalpia specifică a gazelor de ardere la temperatura admisibilă t_{ga} $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{Nm}^3}\right)$;

i_{ger} – entalpia specifică a gazelor de ardere la temperatura de evacuare din recuperator t_{er} $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{Nm}^3}\right)$;

i_{ata} – entalpia specifică a aerului la temperatura ambiantă t_a $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{Nm}^3}\right)$;

i_{aer} – entalpia specifică a aerului la temperatura de evacuare din recuperator t_{er} $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{Nm}^3}\right)$;

i_{aga} – entalpia specifică a aerului la temperatura admisibilă t_{ga} $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{Nm}^3}\right)$;

δi_p – cantitatea de căldură absorbită de aerul preîncălzit de la 1 Nm³ gaze de ardere în cazul răcirii cu aer $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{Nm}^3}\right)$;

δi_{pr} – cantitatea de căldură absorbită de aerul preîncălzit de la 1 Nm³ gaze de ardere, în cazul răcirii cu gaze recirculate $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{Nm}^3}\right)$;

Q – debitul de căldură necesar preîncălzirii aerului $\left(\frac{\text{kcal}}{h}\right)$;

η – randamentul termic al recuperatorului în cazul răcirii cu aer;

η_r – randamentul termic al recuperatorului în cazul răcirii cu gaze recirculate;

D_{na} – debitul orar de aer de răcire în starea normală $\left(\frac{\text{Nm}^3}{h}\right)$;

D_a – debitul orar de aer de răcire la temperatura ambiantă t_a pe care o are la intrarea în ventilator $\left(\frac{\text{m}^3}{h}\right)$;

D_{ng} – debitul orar de gaze recirculate în stare normală $\left(\frac{\text{Nm}^3}{h}\right)$;

D_g – debitul orar de gaze recirculate la tmperatura de evacuare din recuperator t_{er} $\left(\frac{\text{m}^3}{h}\right)$;

c_s – consumul specific de combustibil convenţional $\left(\frac{\text{kg}}{\text{kWh}}\right)$;

B – consumul de combustibil orar în cazul răcirii cu aer $\left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right)$;

B_r – consumul de combustibil orar în cazul răcirii cu gaze recirculate $\left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right)$;

B_v – echivalentul energiei consumate de ventilator în combustibilul utilizat $\left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right)$;

h – rezistenţa întîmpinată de gazele recirculate pe traseul pe care îl parcurg (mm C. A.);

P – puterea consumată de ventilator pentru vehicularea gazelor recirculate (kW);

x_b – economia de combustibil brutto în procente, realizată prin utilizarea răcirii cu gaze recirculate faţă de răcirea cu aer;

x_n – economia de combustibil netto în procente realizată prin utilizarea răcirii cu gaze recirculate faţă de răcirea cu aer.

2. 1.) *Răcirea cu aer*

2. 1. 1.) *Calculul contităţii de aer de răcire* V_a Pentru un anumit combustibil şi un anumit coeficient de exces de aer α se poate trasa curba $i = \varphi(t)$ ce precizează relaţia dintre entalpia specifică a gazelor de ardere şi temperatura (fig. 1)

Răcirea a 1 Nm³ gaze de ardere între temperatura de evacuare din focar t_{ge} şi tempera-

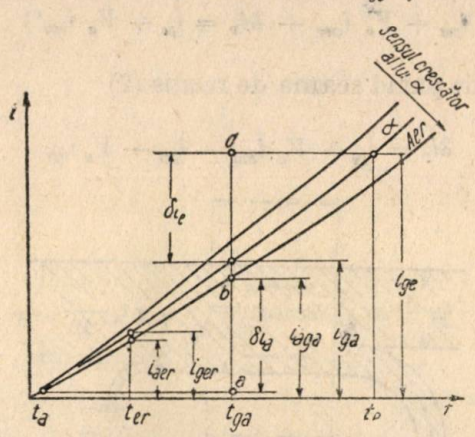


Fig. 1. Evaluarea cantităţilor de căldură δi_t şi δi_a

tura admisibilă t_{ga}, se poate realiza prin absorbirea cantităţii de căldură.

$$\delta i_e = i_{ge} - i_{ga}$$

care este reprezentată în fig. 1 prin segmentul $c\,d$.

Prin introducerea aerului avînd temperatura ambiantă t_a, datorită amestecului cu gazele de ardere acesta îşi va ridica temperatura. Problema care se pune, constă în determinarea cantităţii de aer de răcire V_a ce trebuie amestecată cu 1 Nm³ gaze de ardere, astfel încît să se realizeze temperatura admisibilă t_{ga}.

Pentru a se încălzi de la temperatura ambiantă t_a pînă la temperatura admisibilă t_{ga}, 1 Nm³ de aer absoarbe căldura :

$$\delta i_a = i_{aga} - i_{ata}$$

reprezentată în figura 1 prin segmentul ab.

Pentru a se răci 1 Nm³ gaze de ardere între temperaturile t_{ge} şi t_{ga} este necesară cantitatea de aer V_a, care se încălzeşte între temperaturile t_a şi t_{ga} absorbind cantitatea de căldură $V_a\,\delta i_a$.

Căldura $V_a\,\delta i_a$ va trebui deci să fie egală cu cantitatea de căldură δi_e, astfel că rezultă :

$$V_a = \frac{\delta i_e}{\delta i_a} = \frac{c\,d}{a\,b} \qquad (1)$$

2. 1. 2.) *Randamentul termic al recuperatorului.* În cazul răcirii cu aer cantitatea de gaze evacuate din recuperator va creşte deoarece la 1 Nm³ gaze de ardere se evacuează şi cantitatea de aer V_a. Aerul de răcire V_a fiind introdus la temperatura ambiantă t_a şi evacuat din recuperator la temperatura $t_{er} > t_a$ rezultă că va

rămîne neutilizată cantitatea de căldură rezultată prin răcirea între temperaturile t_{er} și t_a:

$$\Delta I_a = V_a\ (i_{aer} - i_{ata}). \qquad (2)$$

Pe baza schemei fluxului termic din fig. 3, ecuația de bilanț termic se poate scrie sub forma:

$$i_{ger} + V_a\, i_{aer} + \delta i_p = i_{ge} + V_a\, i_{ata}^{*})$$

de unde ținînd seama de relația (2)

$$\delta i_p = i_{ge} + V_a\, i_{ata} - i_{ger} - V_a\, i_{aer}$$

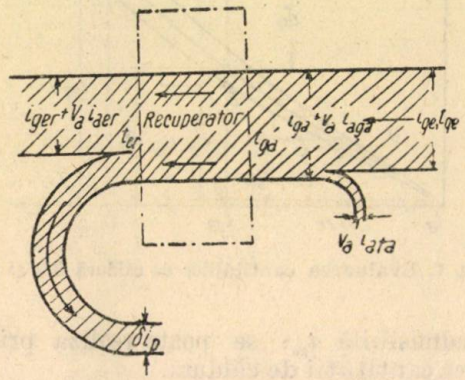


Fig. 2. Fluxul termic trecînd prin recuperator în cazul răcirii cu aer

sau:

$$\delta i_p = i_{ge} - i_{ger} - \Delta I_a \qquad (3)$$

Randamentul termic al recuperatorului în cazul răcirii cu aer este:

$$\eta = \frac{\delta i_p}{i_{ge}} \qquad (4)$$

sau ținînd seama de relațiile (2) și (3)

$$\eta = 1 - \frac{i_{ger} + V_a\ (i_{aer} - i_{ata})}{i_{ge}}. \qquad (5)$$

Se remarcă faptul că η este cu atît mai mare cu cît temperatura de evacuare din recuperator t_{er} și cantitatea de aer de răcire V_a sînt mai reduse iar temperatura de evacuare din focar t_{ge} este mai mare.

Ultimele două condiții pentru realizarea unei anumite temperaturi admisibile t_{ga} sînt contradictorii, fapt care pune în evidență neeconomicitatea utilizării răcirii cu aer.

2. 2.) *Răcirea cu gaze recirculate*

2. 2. 1.) *Calculul cantității de gaze recirculate* V_{gr}. Așa după cum s-a mai arătat, răcirea gazelor de ardere evacuate din focar de la temperatura t_{ge} pînă la temperatura admisibilă t_{ga} se poate face și cu gaze evacuate din recuperator recirculîndu-le.

Dacă gazele evacuate din recuperator au tempetatura t_{er}, prin amestecul cu gazele de ardere evacuate din focar avînd temperatura t_{ge} va trebui să se obțină temperatura t_{ga}.

Prin răcirea între temperaturile t_g și t_{ga}, 1 Nm³ gaze rezultate din arderea combustibilului la coeficientul de exces de aer α, va ceda cantitatea de căldură δi_e.

Această cantitate de căldură va trebui să fie absorbită de gazele de ardere recirculate V_{gr} pentru a se încălzi între temperaturile t_{er} și t_{ga},

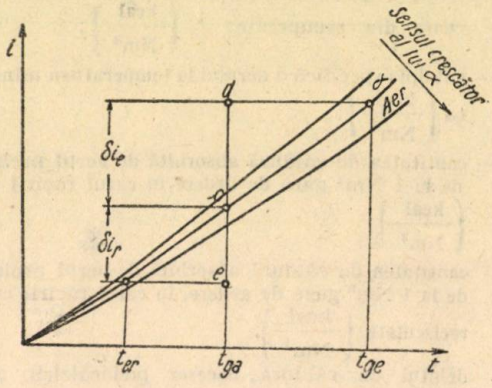


Fig. 3. Evaluarea cantității de căldură δi_r

astfel fiind posibilă realizarea temperaturii admisibile pentru elementele recuperatorului.

Incălzind între temperaturile t_{er} și t_{ga}, 1 Nm³ gaze de ardere va trebui să i se cedeze cantitatea de căldură:

$$\delta i_r = i_{ga} - i_{ger}$$

care este reprezentată în figura 3 prin segmentul *ec*.

Pentru a se absorbi cantitatea de căldură δi_e va trebui să se amestece cu 1 Nm³ gaze de ardere avînd temperatura t_{ge}, cantitatea de gaze recirculate V_{gr} avînd temperatura t_{er}.

Deci se poate scrie:

$$\delta i_e = V_{gr}\ \delta i_r = V_{gr}\ (i_{ga} - i_{ger})$$

de unde:

$$V_{gr} = \frac{\delta i_e}{\delta i_r} = \frac{ed}{ce} \qquad (6)$$

2.2.2.) *Randamentul termic al recuperatorului*

Prin utilizarea răcirii cu gaze recirculate se micșorează cantitatea de gaze evacuate din instalație, față de cazul răcirii cu aer, deoarece nu se mai folosește ca agent de răcire aerul.

Privind în ansamblu procedeul de lucru, situația se petrece similar ca și cum cantitatea de gaze recirculate ar parcurge un circuit închis, prin aceasta cantitatea de gaze evacuate din recuperator fiind egală cu cea evacuată din focar.

*) Nu se ține seama de pierderile de căldură în mediul ambiant. Este de remarcat, că printr-o bună izolare a recuperatorului aceste pierderi devin neglijabile.

Admiţînd că temperatura de evacuare din recuperator t_{er}*) are aceiaşi valoare ca în cazul răcirii cu aer, căldura δi_{pr} absorbită de aerul preîncălzit în cazul utilizării recirculaţiei este mai mare decît căldura δi_p absorbită tot de aerul preîncălzit atunci cînd se foloseşte ca agent de răcire aerul.

Diferenţa dintre aceste cantităţi de căldură este căldura necesară încălzirii cantităţii de

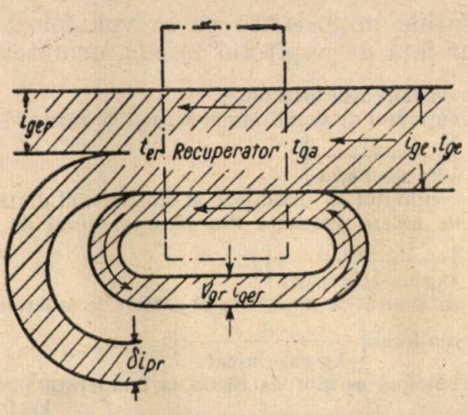


Fig. 4. Fluxul termic trecînd prin recuperator în cazul răcirii cu gaze recirculate.

aer V_a, de la temperatura ambiantă t_a la temperatura de evacuare din recuperator t_{er}.

Pe baza schemei fluxului termic din fig. 4, ecuaţia de bilanţ termic se poate scrie sub forma :

$$i_{ger} + \delta i_{pr} + V_{gr}\, i_{ger} = i_{ge} + V_{gr} \cdot i_{ger} \qquad (7)$$

de unde :

$$\delta i_{pr} = i_{ge} - i_{ger}. \qquad (8)$$

Randamentul termic al recuperatorului în cazul răcirii cu gaze recirculate este :

$$\eta_{ir} = \frac{\delta i_{pr}}{i_{ge}} \qquad (9)$$

sau ţinînd seama de relaţia (8)

$$\eta_{ir} = \frac{i_{ge} - i_{ger}}{i_{ge}} = 1 - \frac{t_{ger}}{i_{ge}}. \qquad (10)$$

Din relaţia (10) se remarcă că randamentul η_{ir} este cu atît mai mare cu cît temperatura de evacuare din focar t_{ge} este mai ridicată, iar temperatura de evacuare din recuperator t_{er} mai scăzută.

2. 3.) *Calculul debitului de aer de răcire şi gaze recirculate*

Dimensionarea sistemului de alimentare cu aer de răcire sau gaze recirculate se va face în funcţie de :

— cantitatea de combustibil consumată în focar ;

— coeficientul de exces de aer α cu care se lucrează ;

— temperatura de evacuare din focar t_{ge} ;

— temperatura admisibilă pentru materialul ce alcătuieşte elementele recuperatorului t_{ga} ;

— temperatura de evacuare din recuperator t_{er}.

Determinînd parametrii V_a şi V_{gr} întocmai ca la paragrafele 2. 1. 1.) şi 2. 2. 1.) dacă se cunosc consumurile orare de combustibil ,B în cazul răcirii cu aer iar B_r în cazul răcirii prin recirculaţie atunci :

— debitul normal de aer de răcire

$D_{na} = B\, V_{ga}.\, V_a$ iar

— debitul normal de gaze recirculate

$D_{ng} = B_r\, V_{ga}\, V_{gr}$.

După cum se ştie calcularea debitelor respective la temperatura fluidelor vehiculate, se face cu ajutorul relaţiilor următoare :

— pentru aer $D_a = B\, V_{ga}\, V_a \left(1 + \frac{t_a}{273}\right)$ (11)

— pentru gaze recirculate

$$D_g = B_r\, V_{ga}\, V_{gr} \left(1 + \frac{t_{er}}{273}\right). \qquad (12)$$

2. 4.) *Economia de combustibil rezultă prin aplicarea răcirii prin recirculaţie*

Comparaţia între răcirea cu aer şi răcirea cu gaze recirculate se va face pe baza determinării economiei de comsubtibil ce poate rezulta prin aplicarea răcirii cu gaze recirculate.

Drept criterii de comparaţie s-au ales următoarele : temperatura de evacuare din focar t_{ge}, temperatura admisibilă pentru elementele recuperatorului t_{ga}, temperatura de evacuare din recuperator t_{er} sînt aceleaşi în ambele variante. Calculul economiei de combustibil brutto, se va face admiţînd că debitul de căldură Q necesar preîncălzirii aerului trebuie să rămînă neschimbat atît în cazul răcirii cu aer cît şi în cazul răcirii cu gaze recirculate.

Pentru răcirea cu aer

$$Q = B \cdot V_{ga} \cdot i_{ge} \cdot \eta_i = B \cdot V_{ga} \cdot \delta i_p \qquad (13)$$

de unde rezultă consumul de combustibil orar

$$B = \frac{Q}{V_{ga} \cdot \delta i_p}. \qquad (14)$$

Pentru răcirea cu gaze recirculate :

$$Q = B_r \cdot V_{ga} \cdot i_{ge} \cdot \eta_{ir} = B_r \cdot V_{ga} \cdot \delta i_{pr}$$

de unde rezultă consumul de combustibil orar

$$B_r = \frac{Q}{V_{ga} \cdot \delta i_{pr}}. \qquad (15)$$

Economia brutto de combustibil pe oră este

$$\Delta B_b = B - B_r = \frac{Q}{V_{ga}} \cdot \frac{\delta i_{pr} - \delta i_p}{\delta i_{pr} \cdot \delta i_p} \qquad (16)$$

*) Această ipoteză se face pentru a se putea compara uşor cele două procedee de răcire.

sau în procente

$$x_b = \frac{\Delta B_b}{B} 100 = \frac{Q}{V_{ga} \cdot B} \cdot \frac{\delta i_{pr} - \delta i_p}{\delta i_{pr} \cdot \delta i_p} 100.$$

Ţinînd seama de relaţia (14)

$$x_b = \frac{\delta i_{pr} - \delta i_p}{\delta i_{pr}} 100$$

sau folosind relaţiile (4) şi (8)

$$x_b = \frac{\Delta I_a}{i_{ge} - i_{ger}} 100 = \frac{V_a \cdot (i_{aga} - i_{aer})}{i_{ge} - i_{ger}}. \qquad (17)$$

Pentru a determina economia de combustibil netto va trebui ca să se scadă din economia de combustibil brutto, echivalentul energiei consumate pentru vehicularea gazelor recirculate*).

Dacă h este rezistenţa întîmpinată pe traseu de gazele recirculate, puterea consumată de ventilator exprimată în kW este :

$$P = \frac{D_g \cdot h}{3600.102\, \eta_{tot}} \qquad (18)$$

unde : η_{tot} este randamentul total al ventilatorului.

Cunoscînd consumul specific de combustibil convenţional c_s exprimat în $\frac{kg}{kWh}$ se poate obţine valoarea acestuia exprimată în $\frac{kcal}{kWh}$ sub forma 7 000 c_s**).

Echivalentul de combustibil utilizat în realitate, al energiei consumate de ventilator este

$$B_v = \frac{7\,000\, c_s \cdot P}{H_i} \qquad (19)$$

Economia netto de combustibil este :

$$\Delta B_n = \Delta B_b - B_v$$

sau în procente :

$$x_n = \frac{\Delta B_n}{B} 100. \qquad (20)$$

Dacă tirajul focarului este artificial, realizat printr-un ventilator, energia consumată de acesta va scădea în cazul răcirii cu gaze recirculate ca o consecinţă a scăderii cantităţii de gaze evacuate din instalaţie. Scăderea debitului de gaze evacuate este :

$$\Delta D_{ga} = B V_{ga} (1 + V_a) \left(1 + \frac{t_{er}}{273}\right) - B_r V_{ga} \left(1 + \frac{t_{er}}{273}\right)$$

sau

$$\Delta D_{ga} = V_{ga} \left(1 + \frac{t_{er}}{273}\right) [B(1 + V_a) - B_r] \left(\frac{m^3}{h}\right). \qquad (21)$$

In acest caz economia de combustibil netto va fi mai mare ca aceia rezultată din relaţia (20).

3. Calculul cu ajutorul diagramei I, d

Notaţiile importante ce se vor folosi suplimentar faţă de capitolul 2) sînt următoarele :

η este randamentul focarului ;

d_A — conţinutul de umiditate al aerului de răcire $\left(\frac{g}{kg\ aer\ uscat}\right)$;

d_B — conţinutul de umiditate al amestecului dintre gazele de ardere evacuate din focar şi aerul de răcire $\left(\frac{g}{kg\ amestec\ uscat}\right)$;

d_C — conţinutul de umiditate al gazelor de ardere evacuate din focar $\left(\frac{g}{kg\ gaze\ uscate}\right)$;

I_A — entalpia aerului de răcire la temperatura ambiantă t_a şi conţinutul de umiditate d_A $\left(\frac{kcal}{kg\ aer\ uscat}\right)$;

I_B — entalpia amestecului dintre aerul de răcire şi gazele de ardere evacuate din focar la temperatura admisibilă t_{ga} şi conţinutul de umiditate d_B $\left(\frac{kcal}{kg\ amestec\ uscat}\right)$;

I_C — entalpia gazelor de ardere evacuate din focar la temperatura t_{ge} şi conţinutul de umiditate d_c $\left(\frac{kcal}{kg\ gaze\ uscate}\right)$;

I_D — entalpia gazelor de ardere evacuate din focar la temperatura t_{ga} şi conţinutul de umiditate d_c $\left(\frac{kcal}{kg\ gaze\ uscate}\right)$;

I_E — entalpia gazelor de ardere evacuate din focar la temperatura t_{er} şi conţinutul de umiditate d_C $\left(\frac{kcal}{kg\ gaze\ uscate}\right)$;

I_F — entalpia gazelor de ardere evacuate din focar la temperatura t_{er} şi conţinutul de umiditate d_B $\left(\frac{kcal}{kg\ amestec\ uscat}\right)$;

V_a' — cantitatea de aer necesar răcirii a 1 kg gaze de ardere uscate*), între temperaturile t_{ge} şi t_{ga} $\left(\frac{kg\ aer\ uscat}{kg\ gaze\ uscate}\right)$;

G_{gus} — cantitatea de gaze de ardere uscate rezultate din combustiunea a 1 kg combustibil $\left(\frac{kg\ gaze\ uscate}{kg\ combustibil}\right)$;

Q_f^a — debitul de căldură pe care trebuie să-l livreze orar focarul în cazul răcirii cu aer $\left(\frac{kcal}{h}\right)$;

Q_f^r — debitul de căldură pe care trebuie să-l livreze orar focarul în cazul răcirii cu gaze recirculate $\left(\frac{kcal}{h}\right)$.

Schimburile energetice ce au loc în cazul răcirii cu aer sau cu gaze recirculate pot fi

*) Se admite că tirajul focarului este natural.

**) Puterea calorifică a combustibilului convenţional s-a luat 7 000 kcal/kg .

*) Se subînţelege că 1 kg gaze de ardere uscat antrenează şi $\frac{d_c}{1000}$ kg vapori de apă. Exprimîndu-ne altfel putem spune că ne referim la $\left(1 + \frac{d_c}{1000}\right)$ kg gaze de ardere umede. Aceiaşi observaţie se poate face şi referitor la 1 kg aer uscat.

evacuate cu o precizie mai redusă, folosind diagrama I, d pentru temperaturi înalte. Aceasta este o metodă utilizată curent în prezent. Așa după cum se știe, în această diagramă, curbele indicînd entalpia constantă I sînt niște drepte paralele avînd de obicei înclinarea de 135° față de axa Od (fig. 5) Pentru ușurința trasării

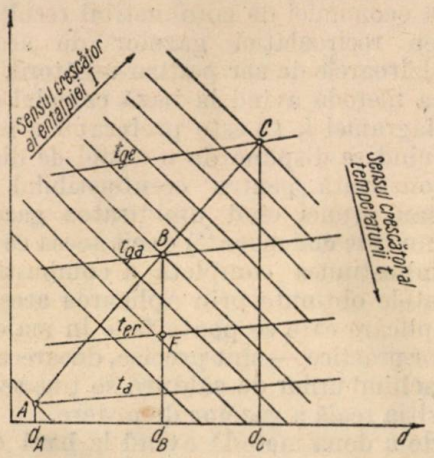


Fig. 5. Determinarea parametrilor V_a' și V_{gr}

izotermelor cît și pentru ca diagrama construită să fie valabilă în cazul ori cărui combustibil, de obicei se asimilează căldura specifică a gazelor de ardere uscate cu aceia a aerului uscat.

3. 1.) *Răcirea cu aer*

Dacă parametrii ce caracterizează starea gazelor de ardere la ieșirea din focar sînt temperatura t_{ge} și conținînutul de umiditate d_c, intrînd cu aceste valori în diagrama I, d (fig. 5) se precizează poziția punctului C, care determină entalpia I_C.

Punctul A caracterizează aerul de răcire prin conținutul de umiditate d_A, entalpia I_A și temperatura ambiantă t_a.

Unind punctul A și C printr-o dreaptă, la intersecția cu izoterma corespunzătoare temperaturii t_{ga} se obține punctul B caracterizat prin :

$$I_B = \frac{I_C + V_a' I_A}{1 + V_a'} \tag{22}$$

și :

$$d_B = \frac{d_c + V_a' d_A}{1 + V_a'} \tag{23}$$

Din relația (22) determinînd cantitatea de aer necesar răcirii a $\left(1 + \frac{d_c}{1\,000}\right)$ kg gaze de ardere umede între temperaturile t_{ge} și t_{ga} rezultă :

$$V_a' = \frac{I_C - I_B}{I_B - I_A}.$$

Deoarece raportul $\frac{I_C - I_B}{I_B - I_A}$ este proporțional cu raportul segmentelor $\frac{BC}{AB}$, se poate scrie :

$$V_a' = \frac{BC}{AB}. \tag{24}$$

In recuperator răcirea a $\left(1 + \frac{d_B}{1\,000}\right)$ kg gaze de ardere umede între temperaturile t_{ga} și t_{er} se produce la conținutul de umiditate d_B constant, cedînd aerului preîncălzit cantitatea de căldură $I_B - I_F$*).

Randamentul termic al recuperatorului în cazul răcirii cu aer este :

$$\eta = \frac{I_B - I_F}{I_B}. \tag{25}$$

3. 2.) *Răcirea cu gaze recirculate*

Procesul termic are loc la conținutul de umiditate d_c constant, deoarece umiditatea gazelor recirculate este aceiași cu aceia a gazelor proaspete.

Pentru a răci între temperaturile t_{ge} și t_{ga}, $\left(1 + \frac{d_c}{1\,000}\right)$ kg gaze de ardere umede, este necesar să se absoarbă de către gazele recirculate, cantitatea de căldură $I_C - I_D$.

Incălzindu-se între temperaturile t_{er} și t_{ga}, $\left(1 + \frac{d_c}{1\,000}\right)$ kg gaze de ardere umede absorb cantitatea de căldură $I_D' - I_E$. Deoarece căldura ce trebuie absorbită este $I_c - I_D'$, rezultă că va trebui să se recircule $V_{gr}\left(1 + \frac{d_c}{1\,000}\right)$ kg gaze de ardere umede.

Cum :

$$I_C - I_D = V_{gr}\,(I_D' - I_E).$$

atunci :

$$V_{gr} = \frac{I_C - I_D}{I_D - I_E} = \frac{CD}{DE}. \tag{26}$$

Randamentul termic al recuperatorului pentru acest caz este :

$$\eta_r = \frac{I_C - I_E}{I_C}. \tag{27}$$

3. 3.) *Economia de combustibil rezultă prin aplicarea răcirii cu gaze recirculate*

Calculul economiei de combustibil brutto se va face în aceleași ipoteze cele arătate la paragraful 2. 4). Debitul de căldură Q_f^a pe care trebuie să-l livreze focarul la răcirea cu aer este :

$$Q_f^a = \frac{Q}{\eta} \tag{28}$$

*) Se neglijează pierderile de căldură în mediul ambiant.

iar la răcirea cu gaze recirculate :

$$Q_f^r = \frac{Q}{\eta_r} \cdot \qquad (29)$$

Notînd cu $\Delta Q_f = Q_f^a - Q_f^r$, economia de combustibil brutto este :

$$\Delta B_b = \frac{\Delta Q_f}{\eta_f \cdot H_i} \qquad (30)$$

unde η_f este randamentul focarului iar H_i puterea calorifică a combustibilului utilizat. Ţinînd seama de relaţiile (28) şi (29) formula (30) devine.

$$\Delta B_b = \frac{Q_f^a - Q_f^r}{\eta_f \cdot H_i} = \frac{Q}{\eta_f \cdot H_i} \cdot \frac{\eta_r - \eta}{\eta \cdot \eta_r} \cdot$$

In procente economia de combustibil brutto este :

$$x_b = \frac{\Delta B}{B} \cdot 100 = \frac{Q}{\eta \cdot \eta_r \cdot \eta_f \cdot B \cdot H_i} (\eta_r - \eta)\, 100$$

sau deoarece

$$Q = H_i \cdot \eta_f \cdot B \cdot \eta$$

rezultă :

$$x_b = \frac{\eta_r - \eta}{\eta_r} \cdot 100 \qquad (31)$$

Cantitatea de combustibil arsă orar în cazul răcirii cu gaze recirculate este :

$$B_r = \frac{Q_f^r}{I_c \cdot G_{gus}} \qquad (32)$$

unde G_{gus} este cantitatea de gaze uscate rezultate din arderea a 1 kg combustibil la un anumit coeficient de exces de aer α.

Debitul de gaze recirculate este dat tot de relaţia (13). Calculînd întocmai ca la paragraful 2. 4.) echivalentul în combustibil al energiei consumate pentru vehicularea gazelor recirculate şi apoi scăzîndu-l din economia de combustibil brutto se obţine economia de combustibil netto.

4. Concluzii

In cele de faţă se arată două metode de calcul a economiei de combustibil rezultată din aplicarea recirculaţiei gazelor de ardere la preîncălzitoarele de aer pentru uscătorii.

Prima metodă avînd la bază calculul cu ajutorul diagramei i, t*) este preferabil a se aplica atunci cînd se dispune de o astfel de diagramă gata construită pentru combustibilul ars în focar sau atunci cînd umiditatea gazelor de ardere nu este mai mare **) decît aceea ce rezultă din combustiunea completă a combustibilului. Rezultatele obţinute prin aplicarea acestei metode, aplicare care se poate face în majoritatea cazurilor practice — sînt precise, deoarece la evaluarea schimburilor de căldură se ţine seama de compoziţia reală a gazelor de ardere.

Cea de a doua metodă avînd la bază calculul cu ajutorul diagramei I, d pentru temperaturi înalte, se poate utiliza în cazurile la care nu se cere o rezolvare precisă a problemei sau acolo unde gazele de ardere au un conţinut de umiditate ridicat care nu provine din arderea combustibilului.

---

*) După cum se ştie există diagrame i, t unde entalpia specifică i se referă la 1 Nm³ sau la 1 kmol gaze de ardere. Amîndouă tipurile de diagrame pot fi utilizate uşor ţinînd seama că 1 kmol = 22,4 Nm³.

**) Se referă în special la cazul combustibilului lichid pulverizat cu abur.

Bibliografie

Filonenko G. K., Lebedev P. D:. Instalaţii de uscare, Edit. Energetică, de Stat 1954.

Ghia V.: Inlăturarea suprasolicitărilor termice a recuperatoarelor folosite la cuptoare prin răcirea cu aer şi gaze recirculate, Studii şi cercetări energetice, nr. 3—4/1955.

★

ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА ПОСРЕДСТВОМ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ В ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЯХ СУШИЛЕНЬ

Представляются для сравнения два метода расчета экономии топлива, полученной посредством рециркуляции дымовых газов в воздухоподогревателях сушилень. Первый метод, основывающийся на расчете с помощью диаграммы i, t (не изложенный в специальной литературе) предлагается применять в случаях указанных в тексте, как представляющий ряд преимуществ по сравнению с классическими методами.

★

BRENNSTOFFERSPARNIS DURCH RÜCKLAUF DER RAUCHGAZE IN DEN LUFTVORWÄRMERN DER TROCKENANLAGEN

Der Aufsatz beschreibt vergleichend zwei Berechnungsmethoden, der durch Rücklauf der Rauchgase in den Luftvorwärmern der Trockenanlagen erzielten Brennstoffersparnis. Die erste, auf das i,t Diagramm sich stützende Methode — die allerdings in der Fachliteratur wenig behandelt ist, wird vom Verfasser für die im Bericht angegebenen Fälle empfohlen, da sie eine Reihe Vorteile gegenüber der klassischen Methoden aufweist.

Influenţe dăunătoare ale depunerilor de piatră asupra instalaţiilor de cazane de abur

Ing. FL. WESTFRIED

Fără a aduce lucruri noi, articolul tratează unele repercusiuni tehnice şi economice în cadrul acestei probleme, mereu actuale în exploatarea cazanelor de abur, prezentînd şi cîteva diagrame caracteristice.

Depunerile de piatră pe suprafeţele de încălzire ale cazanelor de abur reprezintă un fenomen care însoţeşte întotdeauna vaporizarea apei naturale sau a apei incomplet epurate. Inconvenientele acestui fapt sînt multiple, iar atunci cînd fenomenul depăşeşte anumite limite admisibile, el poate deveni cauza unor avarii şi accidente grave.

Cu toate acestea, în practica exploatării nu se apreciază la justa ei valoare influenţa pe care o are depunerea de piatră asupra securităţii instalaţiei respective şi asupra transmiterii de căldură şi a randamentului termic al acesteia.

In cele de faţă se va analiza influenţa depunerilor de piatră asupra rezistenţei materialului din care sînt confecţionate ţevile cazanelor, cît şi asupra transmiterii căldurii, fără a se insista asupra formării depunerilor de piatră, în deobşte cunoscută.

Coeficienţii de conductibilitate ai depunerilor de piatră

Fenomenul de conducţie termică prin depunerile de piatră depinde în mare parte de densitatea acestora; ca urmare a faptului că densitatea variază în funcţie de compoziţia chimică a sedimentului rezultă dependenţa conducţiei faţă de tipul depunerii.

In practică se prezintă o infinitate de tipuri de depuneri, varietatea lor depinzînd de varietatea apelor de alimentare.

O catalogare exactă nu este posibilă. Cu toate acestea, se pot stabili ca linii de orientare generală în clasificarea depunerilor de piatră rapoarte caracteristice pentru compoziţia, densitatea şi porozitatea acestora.

Din experienţe făcute asupra a 31 tipuri de încrustaţii de piatră diferite [1], la care s-a determinat densitatea absolută, densitatea relativă şi porozitatea, s-au stabilit următoarele:

1. In depunerile de piatră predomină sulfatul, carbonatul sau silicatul de calciu.

2. Depunerile bogate în silicaţi au o densitate foarte mică, variind între 1,2 kg/dm³ şi 0,34 kg/dm³. Din aceasta se poate deduce că silicaţii formează întotdeauna depozite poroase foarte puţin compacte şi periculoase.

3. Incrustaţiile cu un conţinut mare de calcar au în general o densitate mărită şi o porozitate periculoasă.

4. Depunerile cu conţinut bogat de gips, invers decît s-ar părea, deşi au densitatea mare (peste 2 kg/dm³) se comportă defavorabil din punct de vedere al transmiterii căldurii.

Ca urmare la prima observaţie se pot, aşa dar, deosebi trei tipuri principale de depunere de piatră şi anume: bogată în gips, bogată în carbonaţi de calciu şi bogată în silicaţi.

Cu aceste trei tipuri de depuneri au fost făcute în timp o serie de experienţe, pentru a se putea determina variaţia coeficientului de conductibilitate termică în funcţie de temperatura medie a stratului de piatră.

Pentru depunerile bogate în silicaţi de calciu experienţele au arătat că variaţia coeficientului de conductibilitate, este funcţie liniară de tem-

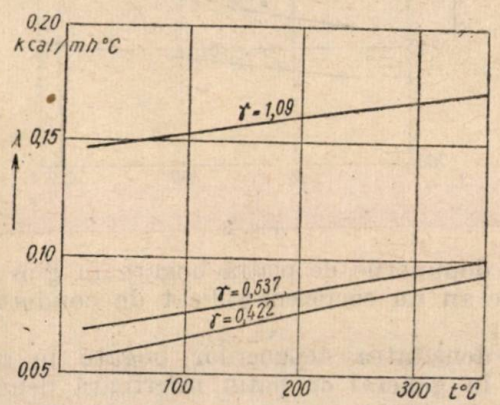


Fig. 1. Conductibilitatea λ funcţie de densitate γ la diverse temperaturi pentru o depunere bogată în siliciu.

peratură şi că odată cu mărirea densităţii panta funcţiei $\lambda = f(t)$ scade (fig. 1).

In cazul încrustaţiilor bogate în carbonaţi de calciu, coeficientul de conductibilitate creşte şi el liniar cu temperatura; este de remarcat însă, odată cu mărirea densităţii o accentuată scădere a pantei funcţiei $\lambda = f(t)$ (fig. 2).

Pentru încrustaţiile bogate în gips relaţia liniară se menţine. Panta funcţiei $\lambda = f(t)$ creşte, însă odată cu creşterea densităţii (fig. 3).

In aceeaşi serie de experienţe au mai fost determinate valorile coeficientului de conductibilitate în funcţie de densitatea depunerii (fig. 4, 5 şi 6).

Curbele rezultate arată în mod vădit că influenţa densităţii pietrei asupra conductibilităţii termice, este mult mai mare. Variaţia coeficientului

de conductibiliate in funcție de natura depunerii este reprezentată în fig. 7.

Curbele sînt rezultatul experiențelor făcute asupra trei probe de piatră de natură diferită,

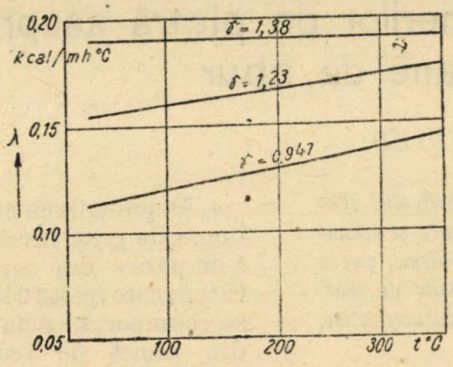


Fig. 2

însă cu densități apropiate. Diagrama arată că pentru densități de 1,1—1,2 kg/dm³ coeficienții celor trei încrustații diferă foarte puțin. Rezumînd se pot trage următoarele concluzii :

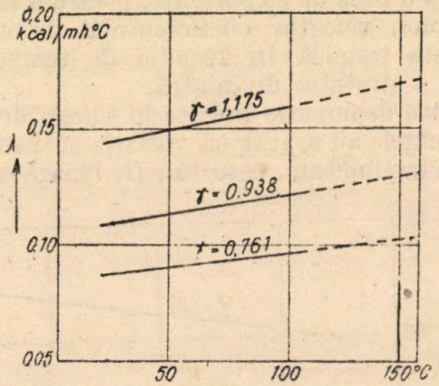


Fig. 3

— depunerile de piatră bogate în gips fiind dense au un coeficient ridicat de conductibilitate ;

— densitatea depunerilor bogate în calcar este în general cu puțin inferioară densității

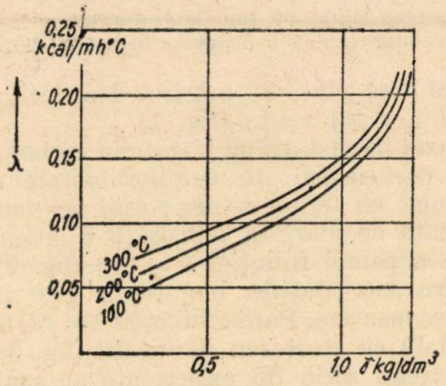


Fig. 4

depunerilor de gips ; conductibilitatea acestora este însă mult mai mică pentrucă la densități inferioare valorii de 2 kg/dm³ ea scade foarte rapid. Aceste depuneri al căror coeficient de conductibiltate este aproximativ 1 kcal/m. h.°C sînt considerate puțin periculoase dacă se mențin în limite de grosime rezonabilă. Se pot prezenta însă straturi cu o porozitate mare și atunci coeficientul scade la 0,2 kcal/m. h.°C.

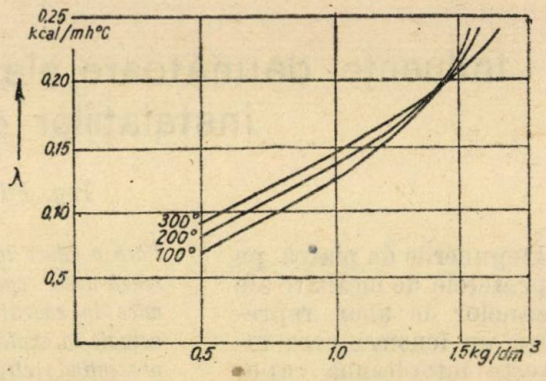


Fig. 5. Conductibilitatea λ funcție de densitatea γ la diverse temperaturi pentru o depunere bogată în carbonat de calciu

— In cazul depunerilor bogate în silicați avem dimpotrivă de a face cu o piatră foarte periculoasă;

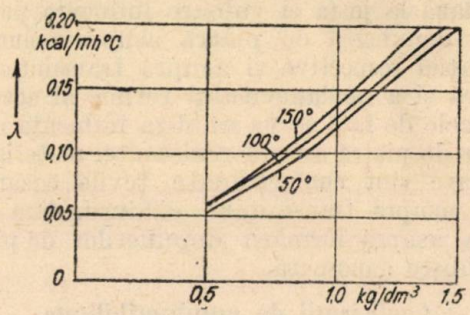


Fig. 6. Conductibilitatea λ funcție de densitatea γ la diverse temperaturi pentru o depunere bogată în gips.

la densitățile cele mai mari pe care le pot prezenta aceste depuneri, conductibilitatea este inferioară valorii de 0,2 kcal/m. h.°C. Aceasta explică dece chiar cu încrustații subțiri de silicați, este ușor să se ajungă la supraîncălziri ridicate ale materialului metalic.

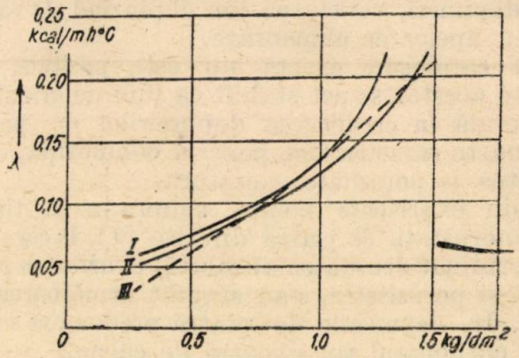


Fig. 7. Conductibilitatea λ în funcție de densitatea γ.
I—depunere bogată în siliciu : II—depunere bogată în carbonat de calciu : III—depunere bogată în gips.

Ridicarea temperaturii suprafețelor de încălzire în urma depunerii de piatră

S-a examinat pînă acum aspectul general al conductibilității sedimentelor de piatră. Se va

cerceta în cele ce urmează influenţa dăunătoare pe care o are valoarea mică a acestuia asupra peretelui metalic pe care se depune piatra.

Un exemplu numeric simplu ne arată că, pentru valorile de mai jos :

q = 200 000kcal/m²h (fluxul unitar de căldură) ;

δ_2 = 2 mm (grosimea stratului de piatră) ;

λ_2 = 0,1 kcal/m h°C (conductibilitatea pietrei)

t_2 = 225°C (temperatura aburului corespunzătoare unei presiuni de serviciu a cazanului de 25 at).

aplicînd formula lui Fourier pentru cazul din fig. 8,

$$q = \frac{\lambda_2}{\delta_2}(t_p - t_2)$$

temperatura între cele două straturi (metal-piatră) poate atinge valoarea de :

$$t_p = 625°C.$$

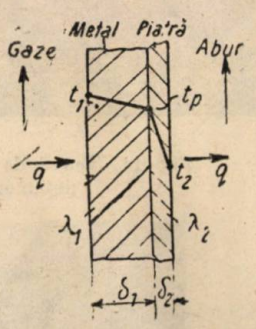


Fig. 8

Această ridicare de temperatură a suprafeţei de încălzire datorită prezenţei pietrei stă la baza tuturor inconvenientelor şi riscurilor în exploatare. Aceste inconveniente sînt următoarele :

— micşorarea rezistenţei materialului şi mărirea acţiunilor corozive ;

— micşorarea transmiterii căldurii şi a randamentului termic al instalaţiei.

Dată fiind importanţa temperaturii la limita de contact metal-piatră s-a construit nomograma din fig. 9, care permite aprecierea dintr-o singură citire a influenţei depunerilor asupra peretelui metalic.

Nomograma transpune grafic operaţiile de determinare a temperaturii periculoase t_p funcţie de fluxul termic, coeficientul de conductibilitate al pietrii şi presiunea de serviciu a cazanului de abur, permiţînd totodată aflarea corespunzătoare a sarcinii de rupere şi a limitelor de elasticitate şi fluaj a metalului din care sînt confecţionate ţevile fierbătoare.

Pe nomogramă s-a trasat, printr-un exemplu, modul de întrebuinţare.

In cadranul IV s-au introdus curbele de variaţie a limitei de elasticitate şi fluaj şi a sarcinii de rupere pentru un oţel obişnuit nealiat, cît şi variaţia limitei de fluaj funcţie de temperatură pentru oţelurile OAT (STAS 2882/951).

De la început trebuie remarcat că aplicînd formula lui Fourier pentru peretele plan se comite o eroare de calcul. Această eroare este însă neglijabilă atunci cînd grosimea peretelui ţevii este mică faţă de diametrul ei. Pe de altă parte din felul în care au fost construite dreptele de presiune din cadrul III se pot trage concluzii numai asupra ţevilor vaporizatoare; pentru suprafeţele de supraîncălzire unde temperatura de supraîncălzire nu mai este în corespondenţă directă cu presiunea de serviciu a cazanului cadranul III ar trebui să fie modificat corespunzător.

In exploatare se pot pune şi probleme inverse, respectiv care sînt grosimile permise pentru sedimentele de piatră cunoscînd temperatura pe care nu trebuie s-o depăşească metalul şi încărcarea termică a suprafeţii de schimb de căldură.

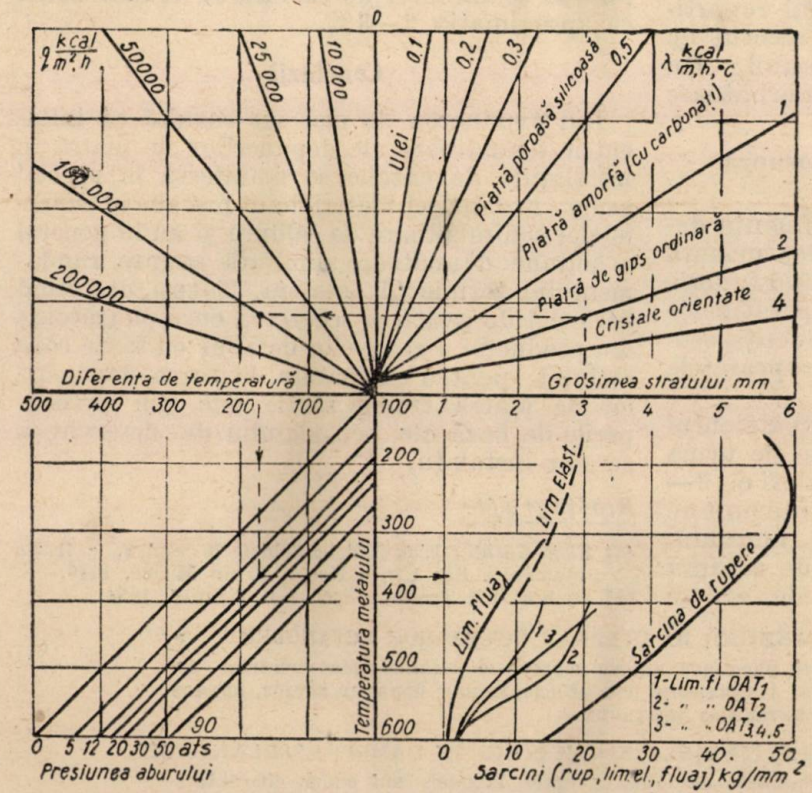


Fig 9.

Diminuarea calităţilor de rezistenţă a metalului la temperaturi ridicate

Diminuarea rezistenţei metalului din care sînt construite suprafeţele de schimb de căldură ale cazanelor de abur reprezintă primul şi cel mai important inconvenient al depunerilor de piatră. După cum reiese din nomograma expusă, rezistenţa metalului scade odată cu creşterea temperaturii la care acesta este supus. După cazul cercetat, se vor introduce în cadranul IV al nomogramei curbele de rezistenţă a metalului ce intră în considerare.

In general rezistenţa la rupere a metalului creşte la început odată cu ridicarea temperaturii, pentru ca apoi să scadă sensibil pînă la valori mai mici decît valoarea rezistenţei de rupere la rece. Limita de elasticitate scade continuu, avînd descreşteri accentuate pentru temperaturi peste 300°C. Trebuie

remarcat că peste aceste temperaturi intervine un fenomen nou, fluajul.
Acesta se manifestă printr-o deformație permanentă a metalului, deformație care este în funcție de timp și de sarcina la care este supus

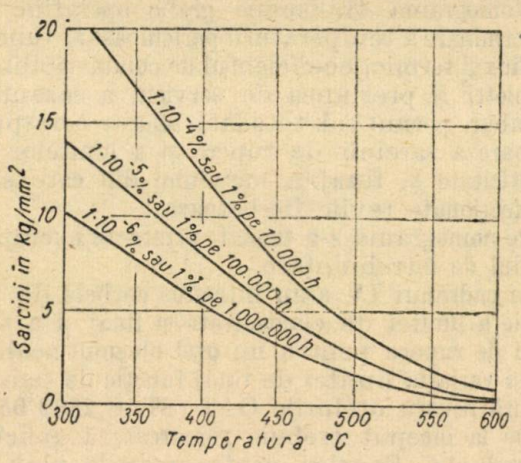


Fig. 10

metalul. In fig. 10 sînt reprezentate curbele de fluaj ale metalului nealiat citat, pentru diverși timpi, funcție de temperatură. Din aceste curbe rezultă că viteza de fluaj crește considerabil atunci cînd crește temperatura metalului datorită depunerii de piatră, la o aceeași sarcină pe care trebuie s-o suporte metalul.

Un alt efect dăunător rezultat de pe urma depunerilor de piatră este reprezentat de tensiunile și deformațiile datorită dilatațiilor inegale. Acestea iau naștere în mod normal la suprafețele inegal expuse fluxului termic. Din cauza depunerilor de piatră care sînt neegal repartizate în interiorul țevilor cazanelor efectul de deformare se accentuiază considerabil. Un exemplu tipic de avarie a unei țevi fierbătoare este reprezentat în fig. 11 și 12.

Influența depunerilor de piatră asupra randamentului cazanelor

In cazul suprafețelor de radiație influența depunerii de piatră intervine în mai mică măsură asupra schimbului de căldură acesta fiind funcție de diferența puterilor a patra a temperaturilor focarului și suprafeței de schimb. Influența este cu atît mai puțin resimțită cu cît suprafețele de radiație sînt mai bine întreținute.

Pentru suprafețele de convecție, coeficientul de transmitere de căldură rezultat de pe urma depunerilor de piatră poate atinge valori cu 2—6% mai mici decît coeficientul de transmitere normal. Pe o suprafață de convecție anumită, ca urmare a acestui fapt, fluxul de căldură micșorîndu-se, temperatura gazelor de ardere la sfîrșitul acestei suprafețe va fi mai ridicată. Reducerea transmiterii de căldură pe prima suprafață este astfel contrabalansată în parte, de ridicarea temperaturii gazelor de ardere pe suprafața de schimb de căldură următoare. Mic-

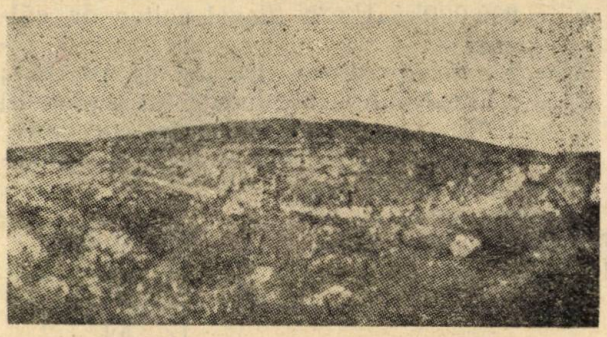


Fig. 11. Țeavă de cazan deformată în urma depunerilor de piatră

Fig. 12. Țeavă explodată

șorarea schimbului de căldură se reduce astfel cu aproximativ 2—3%.

Concluzii

Din expunerea de mai sus rezultă că influențele dăunătoare ale depunerilor de piatră în instalațiile de cazane se manifestă în special asupra rezistenței materialului metalic al suprafețelor schimbătoare de căldură și au în general o acțiune dăunătoare limitată asupra randamentului termic al acestora. Totuși, dat fiind pericolul de avarii și scoaterea corespunzătoare din producție a cazanelor de abur cu toate consecințele pentru exploatare, evitarea depunerilor de piatră trebue să fie una din preocupările de bază ale personalului de deservire a acestor instalații.

Bibliografie

[1] *Elvio Casali:* L'aqua delle caldaie à vapore, e il suo tratamento. Ed. Ulrico Hoepli Roma Milano, 1949.
[2] *Scrob M. S.:* Tratarea apei. Ed. Tehnică, 1954.

ВРЕДНОЕ ВЛИЯНИЕ НАКИПЕЙ НА СТЕНКАХ КОТЕЛЬНОИ УСТАНОВКИ

Не внося нового, в статье рассматриваются некоторые технико-экономические последствия этого вопроса, всегда актуального при эксплоатации паровых котлов, причем представлены и некоторые характерные диаграммы.

DER SCHÄDLICHE EINFLUSS DER KESSELSTEINBILDUNG IN DAMPFKESSELANLAGEN

Ohne Neues zu bringen behandelt der Aufsatz, unter Hinweis auf einige charakteristische Diagrammen, technische und wirtschaftliche Rückwirkungen, die im Betrieb der Dampfkessel stets nachzuweisen sind.

Executarea legăturilor la cablurile subterane cu conductoare de aluminiu

Ing. VLAD RĂDULESCU

Conductorii de aluminiu ai cablurilor subterane, pot înlocui în bune condiții cuprul în cabluri. In această ipoteză, articolul descrie modul de executare atît al înădirilor între ele a conductoarelor de aluminiu din cabluri, cît și a legăturilor terminale între acestea și papucii de cabluri. Intre diferitele moduri de legături posibile (suduri, lipituri, legături mecanice) se trag concluzii asupra avantajelor efectuării legăturilor prin sudură.

1. Considerații generale asupra utilizării cablurilor cu conductoare de aluminiu

Dintre metalele practic utilizabile în conductoare electrice, cele mai bune calități le prezintă *cuprul*, care posedă cea mai mare conductivitate electrică, dintre metalele folosite pe scară industrială drept conductoare, precum și foarte bune calități mecanice.

In țara noastră însă, cuprul nu este produs în cantități suficiente pentru acoperirea cererilor, în care industria electrotehnică și a fabricării conductoarelor electrice ocupă un loc foarte important.

Dată fiind această situație, s-au luat măsurile necesare ca să fie înlocuit cuprul în toate cazurile în care acest lucru este posibil, în fabricatele utilizate în industria electrotehnică și energetică, prin *aluminiu*, care este metalul cu conductivitate electrică imediat mai mică decît a cuprului. Totodată, aluminiul se poate procura în condiții relativ ușoare, iar în viitor se va produce la noi în țară în cantități suficiente pentru satisfacerea tuturor necesităților. Datorită acestor posibilități, s-a început prin a se înlocui cuprul prin aluminiu în utilizările care absorb cele mai mari cantități de metal și anume în conductoarele pentru linii de energie electrică. Această înlocuire a reușit pe deplin în cazul conductoarelor pentru linii electrice aeriene, realizate din fire de aluminiu răsucite în funie. Calitățile mecanice inferioare față de ale cuprului au fost compensate în acest caz prin înfășurarea firelor de aluminiu pe o inimă din funie de oțel, în cazul liniilor aeriene cu deschideri mai mari între stîlpi.

De asemenea, tendința aluminiului în fire de a deveni casant cînd este supus la vibrații repetate, se corectează astăzi prin montarea de piese anti-vibratoare pe conductoare, în vecinătatea secțiunilor periculoase, care sînt punctele de suspensie ale conductoarelor.

Inlocuirea cuprului prin aluminiu în conductoarele cablurilor subterane de energie electrică, a întîmpinat mai multe dificultăți, datorită caracteristicilor speciale electrice, termice, mecanice și fizico-chimice ale aluminiului, după cum urmează :

a) Datorită conductivității mai mici electrice a aluminiului, în comparație cu aceea a cuprului, pentru o aceiași rezistență electrică pe metru liniar, secțiunile conductoarelor din aluminiu trebuie să fie de circa 1,66 ori mai mari decît sînt ale celor din cupru. De aici rezultă un diametru sporit corespunzător al cablului respectiv, ceea ce îngreuiază manipularea cablului cu conductoare de aluminiu, față de cea a unui cablu cu conductoare din cupru, de o egală capacitate de transport a energiei electrice.

b) Caracteristicile mecanice ale aluminiului, inferioare celor ale cuprului, dată fiind fragilitatea mai mare a aluminiului și rezistența mult mai mică la rupere a lui, în raport cu cuprul, implică o îngrijire deosebită la montarea cablurilor, în ceea ce privește rezerva de lungime la pozarea lor, pentru reducerea solicitărilor mecanice rezultate din întinderea cablurilor, în cazul tasărilor de teren sub cabluri.

c) Aluminiul posedă o stabilitate termică inferioară celei a cuprului, ceea ce înseamnă că diminuarea calităților sale mecanice începe la o temperatură mai scăzută decît în cazul cuprului. De acest lucru trebuie să se țină seamă în dimensionarea la scurtcircuit a secțiunilor cablurilor cu conductoare de aluminiu, venind însă în avantajul celor din urmă faptul că la diametrele mai mari ale cablurilor de aluminiu se evacuiază mai ușor căldura produsă în mediul înconjurător, după trecerea scurtcircuitului.

d) Datorită tot fragilității aluminiului și ruperii sale dese la tragerea în fire, lungimile de fabricație ale cablurilor cu conductoare de aluminiu (lungimi dintr-o bucată înfășurate pe un tambur de cablu) au rezultat la noi în țară, în prima fază de fabricație, mai mici decît cele pentru cabluri cu conductoare de cupru. Acest fapt mărea numărul de manșoane de înădire pe kilometru, la cablurile cu conductoare de aluminiu, în raport cu numărul manșoanelor utilizate la cablurile cu cupru. Cum pe de altă parte manșoanele de înădire sînt considerate ca puncte slabe în exploatările de

rețele electrice, această cauză a împiedecat mult timp dezvoltarea utilizării cablurilor subterane cu conductoare de aluminiu la noi. Datorită însă măsurilor luate, cablurile se vor livra treptat la dimensiuni normale, iar manșoanele de înădire executate strict conform prescripțiilor existente, prezintă astăzi aceiași siguranță în exploatare ca și cablul curent.

e) Infine, aluminiul prezintă diferențe de potențial apreciabile în punctele de contact cu alte metale, — cu excepția fierului, zincului și cositorului — astfel încît în prezența unui electrolit (vapori de apă sau acizi) el este supus la efecte grave de coroziune electrolitică, reducîndu-se prin aceasta secțiunea conductoarelor și totodată stabilitatea termică și dinamică în cazuri de scurtcircuit. Din această cauză, conductoarele de aluminiu nu se pot înădi în manșoane cu aceiași ușurință ca acelea de cupru, care se fixează în interiorul clemelor de înădire din cupru, cu ajutorul aliajelor de lipit (cositor cu plumb). De asemenea, capetele terminale ale conductoarelor nu se pot fixa în același mod în papucii cu care se prind la bornele instalației electrice fixe.

Inădirile conductoarelor de aluminiu — atît între ele, cît și la papucii terminali de cablu — se realizează cu ajutorul unor procedee speciale, mai complicate și care se vor descrie mai departe. Ele sînt însă astăzi perfect puse la punct și nu mai prezintă o piedică în dezvoltarea folosirii cablurilor subterane cu conductoare de cupru, întrucît executarea acestor legături în mod riguros conform prescripțiilor, garantează o aceiași siguranță în exploatare ca în cazul înădirilor conductoarelor de cupru.

Dat fiind imperativul ca să se folosească cuprul numai în fabricate în care nu este posibil să fie înlocuit, este neapărat necesar să se folosească aluminiul în conductoarele cablurilor electrice subterane, în toate cazurile în care prescripțiile nu interzic această folosire. Aceasta cu atît mai mult, cu cît nu se mai poate critica nici din punct de vedere economic utilizarea cablurilor de aluminiu. Intr-adevăr, montajul, apreciabil mai scump în cazul cablurilor cu aluminiu decît în cazul cablurilor cu cupru, este compensat din punct de vedere economic prin prețul mai redus al cablului cu aluminiu, în care intră numai circa jumătate cantitatea de metal din cazul cuprului, la un același efect electric.

Trebuie reamintit aici că, în conformitate cu instrucțiunile în vigoare, utilizarea cablurilor subterane cu conductoare de aluminiu este interzisă în următoarele cazuri :

a) In încăperi cu atmosferă de vapori explozivi — întrucît într-o asemenea atmosferă capetele conductoarelor care ies afară din cabluri, pot fi ușor corodate, ceea ce ușurează producerea unor arcuri electrice elementare între elementele dislocate din conductoare, putînd da astfel naștere la explozii grave.

b) Pe receptoare mobile supuse vibrațiilor — întrucît acestea înlesnesc o structură cristalină și casantă a materialului din conductoarele de aluminiu, putîndu-se ajunge la ruperea lor.

c) In cazul necesității de prelungire a unui cablu cu conductoare de cupru, sau luării unei derivații dintr-un astfel de cablu, fiind interzisă înădirea în clemă a conductoarelor de cupru cu cele de aluminiu, pentru motivele arătate la punctul *e*) de mai sus.

d) In fine, utilizarea aluminiului în cablu subteran este interzisă și în galeriile de mină și în fabricile de produse carbonifere, tot din cauza prezenței posibile a unei atmosfere explozive.

Cu rezerva acestor excepții însă, se poate afirma că, în ceea ce privește condițiile lor tehnico-economice de întrebuințare cît și din punctul de vedere al siguranței în exploatare, *cablurile subterane cu conductoare de aluminiu sînt azi absolut echivalente celor cu conductoare de cupru.*

Obiectul acestui articol este popularizarea dezvoltării unei cît mai largi folosiri a cablurilor cu conductoare de aluminiu, în interesul direct și urgent al economiei noastre socialiste, lămurind în acest scop problema pentru care s-au adus cele mai multe critici utilizării acestor cabluri și anume *legăturile între conductoarele lor și a acestor conductoare la puncte fixe ale instalațiilor.*

Aceste legături se pot realiza în următoarele moduri :

A. *Imbinări termice*

— Sudarea cu flacără deschisă sau închisă (în formă). Utilizează principiul sudurii oxi-acetilenice *).
— Sudarea prin turnare de material topit.
— Sudarea electrică.
— Sudarea în atmosferă de protecție (de argon).
— Sudarea cu lampă sau flacără de benzină.

B. *Lipituri*

— Lipituri moi { cu cositorire prealabilă prin metoda reacțiunii.
— Lipituri tari.
— Lipituri prin metoda ultra-sunetului.

C. *Imbinări mecanice*

— Imbinări prin presiune și crestare.
— Imbinări de metale diferite (Cu — Al), prin piese speciale de înădire.

In cele ce urmează, se vor examina pe scurt toate aceste metode de legătură.

2. Sudura cu flacără în formă deschisă

Cele două capete ale conductoarelor ce trebuie sudate între ele, se curăță cu benzină, după îndepărtarea izolației de pe ele pe lungimi de cîte 5 cm, eliberîndu-se de grăsimi, necurățenii, masă

*) In U.R.S.S. se utilizează în același scop sudarea oxi-benzenică, oxigen cu benzină pulverizată. La noi în țară nu a fost încă aplicată.

izolantă, etc., pe cîte 3—4 cm. Apoi, capetele se taie oblic și se pilesc, astfel încît la punctul de contact apare un spațiu gol în formă de V (fig. 1).

Cînd conductoarele cablurilor constau din fire răsucite în funie, se curăță separat fiecare fir în parte, în care scop se îndoaie capetele lor în formă de evantai, iar după ce se pune între fire pastă de asbest și chit, se dezdoaie iarăși, îndreptîndu-se. Pasta de asbest și chitul împiedică pătrunderea masei izolante în punctul de sudură, precum și pătrunderea în partea rămasă izolată a conductorului (cablului) a prafului de sudură.

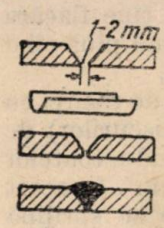


Fig. 1. Sudura în „V" a unor capete masive de conductoare de aluminiu.

Capetele astfel preparate ale conductoarelor de sudat se introduc și se leagă cu sîrmă într-un jghiab din tablă, șamotă sau încă dintr-o țeavă de gaz secționată în lung, unsă cu grafit, ca locul sudurii să poată fi ușor scos din această formă (fig. 2).

La orice sudură de piese de aluminiu, atît piesele de sudat cît și bara din material de adaos, se ung în prealabil ușor cu o pastă formată din amestecul unui praf de sudură cu apă. Aceasta dizolvă în timpul sudurii stratul de oxid de aluminiu de pe conductoare, care altfel s-ar topi abia la 2 000°C, rezultînd îmbinări defectuoase.

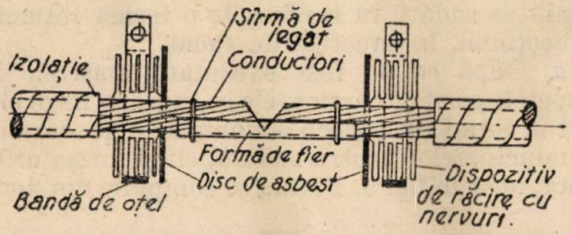


Fig. 2. Dispozitiv pentru sudarea deschisă cap la cap a două conductoare de aluminiu.

Oxidul dizolvat se transformă într-o sgură foarte fluidă, care fereşte aluminiul topit de o oxidare a sa mai departe.

Pentru a se feri conductorul rămas izolat, de căldura dezvoltată prin sudare, se montează de o parte și de alta a locului sudurii cîte un disc de asbest (fig. 2); iar pentru apărarea celorlalte conductoare ale cablului, acestea se înfășoară cu șnur de azbest sau se separă prin ecrane de asbest.

Pentru sudarea propriu zisă, se preîncălzesc mai întîi cu flacăra aparatului de sudură, ambele capete ale conductoarelor; apoi se introduce în flacără bara de metal de adaos (aluminiu) sudîndu-se pe rînd punctele de contact între cîte 2 sîrme din funie și umplînd cu sudură întregul spațiu în formă de V (fig. 1).

Mărimea becului de sudură se potrivește după cea a secțiunii de sudat, și anume:

— pentru secțiuni de 10—16 mm² se folosește becul nr. 0 și 1;

— pentru secțiuni de 25—70 mm², se folosește becul nr. 1 și 2;

— înfine, pentru secțiuni între 95 și 240 mm² este indicat becul nr. 2 și 3.

Este nevoie de un reglaj corect al flacării oxiacetilenice de sudură, la un excedent redus de acetilenă.

După terminarea sudurii, se răcește mai întîi sudura, montînd de o parte și de alta a locului de îmbinare (a discurilor de asbest), fie discuri metalice de răcire cu nervuri (fig. 2) fie cleşti de răcire, conform fig. 3.

Prin aceste dispozitive se transmite în mod rapid în mediul înconjurător căldura rezultată din flacăra de sudură, care altfel s-ar înmagazina în conductoarele și izolația cablului, producîndu-le stricăciuni. Discurile cu nervuri se montează de la începutul sudurii, pe cînd cleștii de răcire se prevăd numai după terminarea acesteia. Cu ajutorul cleștilor, răcirea durează numai cîteva minute, în timp ce răcirea cu discuri se produce într-un timp mai îndelungat.

Piesele de răcire se demontează odată cu discurile (ecranele) de protecție, care în cazul cleștilor pot fi simple discuri metalice. După aceasta, îmbinarea se prelucrează cu îngrijire, cu ajutorul unei pile, reducînd-o la diametrul normal al conductoarelor legate prin sudură — lucru foarte important în cazul cablurilor de înaltă tensiune. După prelucrare, trebuie înde-

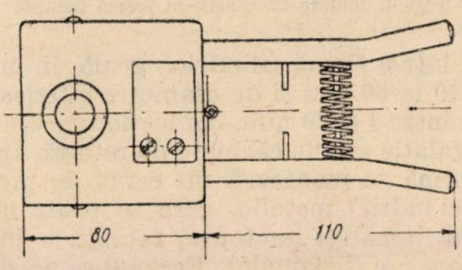


Fig. 3. Cleşte de montaj.

părtate cu deosebită îngrijire piliturile de metal rămase pe locul sudurii.

Se obișnuiește a se suda în prealabil între ele firele unui același capăt de conductor de sudat, ceea ce se realizează de obicei în formă închisă, procedeu descris mai departe. Prin acestea se realizează apoi o îmbinare mai sigură, la sudarea capetelor între ele în jghiab (în formă deschisă).

Sudura cu flacără deschisă (respectiv în formă deschisă) se bucură azi de o preferință crescîndă, întrucît permite o observare permanentă a procesului de sudură, ceea ce reduce la minimum probabilitatea unor suduri defectuoase. Totodată, procedeul poate fi ușor învățat și sudura în formă deschisă durează numai 1/2 pînă la 2 minute, după secțiunea conductorului sudat.

Sudura deschisă nu este recomandabilă pentru sudarea conductoarelor în papucii cu care acestea se fixează la bornele instalațiilor fixe.

3. Sudura în formă închisă

a) Se preferă și aici sudura prealabilă a celor două capete de conductoare de îmbinat, sub

formă de *masive*, — adică sudarea între ele a firelor de aluminiu înfăşurate în funie — astfel încît să rezulte capete cilindrice masive. In acest scop, capetele se eliberează de izolaţie pe porţiuni mai mari decît în cazul cablurilor cu conductoare de cupru, lungimea acestora variînd de la 45 mm (la secţiunea de 10 mm²) la 100 mm (în cazul unei secţiuni de 240 mm²). La această distanţă se execută o legătură cu sfoară impregnată.

Capetele dezizolate se spală cu benzină, se şterg cu o cîrpă uscată, se ridică în sus şi se

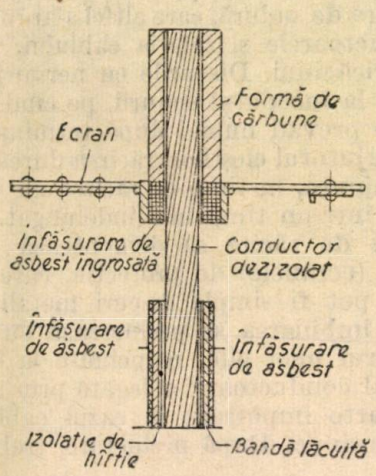


Fig. 4. Sudare de masiv în formă închisă.

strîng într-o formă cilindrică goală, în lungime de la 40 la 60 mm şi de diametre interioare cuprinse între 4 şi 20 mm, confecţionate din ţeavă de instalaţie sau de cărbune de retortă. Imediat sub formă se montează un ecran de protecţie (disc ci indric) metalic, care se poate desface în două jumătăţi (sectoare) rotindu-se în jurul unei şarniere (balamale). Ecranul se aşază pe o înfăşurare de asbest îngroşată (fig. 4). Mai jos se lasă o porţiune de conductor gol, pe care se montează după sudare cleştele de răcire. In fine, dedesubtul acestei porţiuni goale, se practică o înfăşurare de asbest, peste o bandă lăcuită, aplicată pe conductor (fig. 4).

Montarea formelor şi înfăşurarea cu asbest se execută de la început la toate capetele de conductor, pentru a se face posibilă executarea în continuare a masivelor.

După ungerea barei (sîrmei) de adaos cu pastă de sudură şi uscarea ei, se începe încălzirea formei montate pe capul conductorului. Incălzirea se face pe jumătatea superioară a formei, plimbîndu-se flacăra în jurul acesteia. Cînd forma ajunge la culoarea roşie-vişinie, se trece cu flacăra becului (arzătorului) la partea superioară a formei, direct pe capul conductorului. Se evită încălzirea la roşu deschis, spre a nu se arde conductorul sau topi forma.

Sub acţiunea flacărei, capătul conductorului se topeşte iar sudorul, cu ajutorul unui ac de probă din sîrmă de oţel, încearcă adîncimea de topire a materialului. In acest timp sgura formată în masa aluminiului topit se prinde de acul de probă şi sudorul trebuie să o înlăture, prin scuturarea acului.

După aceea, sudorul introduce în formă, în masa de aluminiu topit, bara (sîrma) de adaos astfel încît să simtă cu ajutorul ei că a ajuns la partea netopită a conductorului. Sîrma de adaos se topeşte în masa topită de aluminiu, iar în acest timp se continuă a se ţine flacăra în capul formei — operaţia continuînd pînă cînd forma se umple cu materialul topit.

După aceasta se aplică mijloacele de răcire, cu observaţia că folosirea cleştelor (discurilor) de răcire nu este obligatorie în cazul conductoarelor cu secţiuni cuprinse între 10 şi 35 mm². In acest din urmă caz, discul de protecţie se sprijină direct pe înfăşurarea arătată în baza fig. 4.

Mai trebuie observat aci că atunci cînd se lucrează la cabluri a căror izolaţie pe conductoare este confecţionată din cauciuc sau din materiale sintetice, se folosesc doi cleşti de răcire : primul se pune pe conductor în timpul sudării masivului, iar al doilea la terminarea sudării, înlocuindu-l pe primul.

După efectuarea răcirii şi scoaterea de pe conductoare a formelor, discurilor şi înfăşurărilor de protecţie, masivele se curăţă cu pila sau cu peria de sîrmă, la capete, pentru a se îndepărta sgura rămasă la suprafaţă.

Se va observa ca toate firele unui conductor să fie prinse în capul masiv. Conductoarele din cabluri cu secţiunea în formă de sector, se aduc înaintea sudării în masive, la o formă rotundă a secţiunii, la capetele de sudat.

b) După ce au fost executate masivele la capetele conductoarelor, ele se sudează între ele, tot în formă, în poziţie orizontală. Atît aşezarea conductoarelor pentru sudură, cît şi forma utilizată, apar în fig. 5. Forma se compune din două

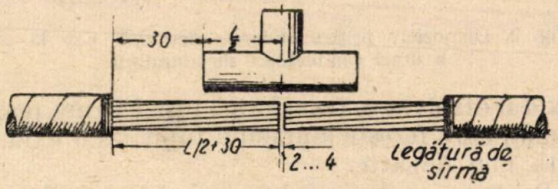


Fig. 5. Pregătirea conductoarelor de aluminiu şi forma pentru sudarea în formă închisă.

jumătăţi separate printr-un plan vertical şi este prevăzută la partea superioară cu un coş, prin care se introduce atît bara (sîrma) din material de adaos, cît şi acul de probă descris la procedeul precedent. Se întrebuinţează de preferinţă un bec (arzător) dublu, cu care se preîncălzeşte la roşu-vişiniu forma, pînă cînd bara (sîrma) de adaos, unsă în prealabil cu pastă de sudură se topeşte şi coşul formei se umple cu aluminiu topit. Imediat după aceasta nu se mai încălzeşte decît partea de jos a formei şi se amestecă metalul topit cu acul de probă, astfel încît sgura să iasă la suprafaţă. Atît timp cît nivelul metalului topit scoboară în gura coşului, trebuie mereu introdus în formă material de adaos. Dacă se poate atinge fundul formei cu acul de

probă, aceasta înseamnă că s-au topit ambele capete de conductoare de sudat. Atunci se repetă încă odată totul şi se stinge flacăra.

Urmează operaţiile de răcire, cu doi cleşti, de ambele părţi ale locului de sudură (pentru con-

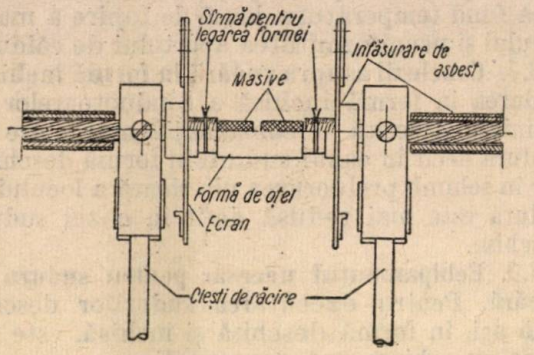


Fig. 6. Imbinare de capete masive de conductoare, în formă deschisă.

ductoare cu secţiuni de la 50 mm² în sus) şi de prelucrare a locului de înădire, după aceleaşi principii ca la funcţionarea masivelor.

Se preferă însă azi sudura capetelor între ele *în formă deschisă*, aşa cum s-a arătat mai înainte, în care caz atît sîrma de sudat cît şi acul de probă se introduc în partea superioară a formei deschise. In fig. 6 se arată întregul dispozitiv întrebuinţat în acest caz. Se vede că aci forma este tot un jghiab de oţel, dar prevăzut la ambele capete cu cîte un şanţ, peste care se leagă fiecare cap de conductor cu forma.

Procedura este aceiaşi ca în cazul formei închise, sudura considerîndu-se terminată cînd materialul topit la locul sudurii ajunge să depăşească diametrul conductoarelor. In cazul cînd se execută legături de derivaţie la cabluri existente, se procedează la fel ca mai sus pentru

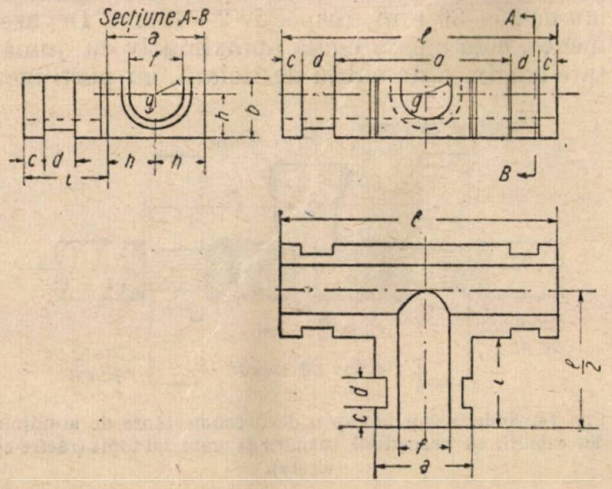


Fig. 7. Formă deschisă în „T", pentru sudarea unei derivaţii la un cablu.

toate trei capetele de cablu (două pentru cablul existent, unul al derivaţiei). Forma deschisă pentru o astfel de sudură — după sudarea prealabilă în masive a celor trei capete, este reprezentată în fig. 7 (formă în T).

3.1. **Sudura capetelor de cablu în papuci,** pentru legarea cablurilor la bornele instalaţiilor fixe.

In acest caz, etanşarea izolaţiei cablurilor este asigurată de capetele terminale de cablu, din care capetele conductoarelor eliberate de izolaţie se scot prin izolatorii de trecere ai capetelor terminale. Executarea acestor capete fiind aceiaşi, în cazul conductoarelor de cupru ca şi în cazul celor de aluminiu, nu se mai examinează aci. Pe capetele de conductoare scoase prin izolatorii de trecere trebuie însă sudaţi *papuci speciali din aluminiu*, şi care de regulă, spre deosebire de cei utilizaţi la conductoarele de cupru, au o secţiune masivă, corespunzînd fig. 8. La aceşti papuci se sudează în prelungire cu capătul respectiv de conductor partea cilindrică (de diametrul *d* în figură) iar în partea paralelipipedică (de dimensiunile $a \times b \times f$) se dă o gaură corespunzătoare diametrului bulonului de fixare a papucului la borna fixă. Papucii se pot fabrica şi cu ochi circular de prindere, găurit (fig. 9).

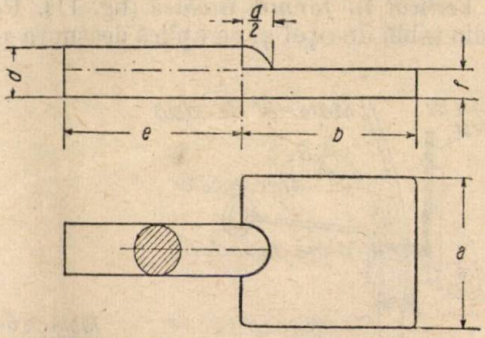


Fig. 8. Papuc masiv de aluminiu.

Sudarea capetelor de conductoare — care în prealabil se sudează separat în masive — cu papucii de cablu, se poate face în *formă închisă*, în sudură verticală, conform dispozitivului arătat în fig. 9.

Pe capătul conductorului, după ungerea acestuia cu pastă de sudură, se aşază papucul de cablu şi peste acesta o formă de sudură din oţel, din două jumătăţi longitudinale, care se leagă cu sîrmă peste ansamblul conductor-papuc de cablu. Forma are în cazul fig. 9 două canale interioare oblice: pe unul se introduce materialul de adaos şi acul de probă (amestecător), iar pe celălalt ies gazele şi sgura.

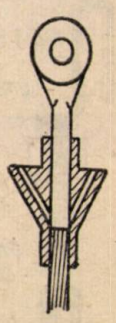


Fig. 9. Sudare a papucilor de cablu în formă verticală, închisă.

După sudură vor rezulta aci două maselote oblice, cîte una de fiecare canal, care trebuie înlăturate prin pilire.

Şi aci se preferă în prezent *sudarea orizontală, în formă deschisă* (fig. 10), după prealabila sudare în masiv a capătului conductorului de legat. In ambele cazuri examinate şi în cel care urmează, nu se utilizează decît un singur cleşte de răcire, deoarece papucul însuşi contează ca piesă de răcire, dată fiind suprafaţa sa mare de radiere.

In cazuri mai rare se întrebuinţează şi papuci cu partea cilindrică găurită, în interiorul aces-

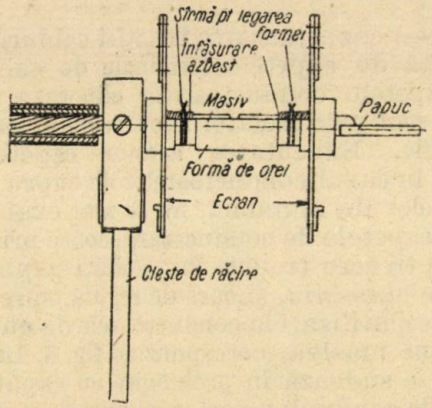


Fig. 10. Sudura papucilor de cabluri, în formă orizontală închisă.

teia introducîndu-se conductorul de legat, întocmai ca la conductoarele de cupru. In acest din urmă caz, sudarea se poate face :

a) *Vertical în formă închisă* (fig. 11). Forma este din tablă de oţel şi se aplică deasupra papu-

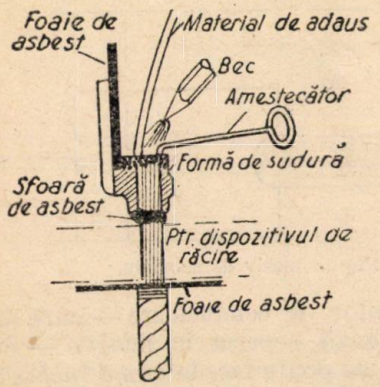


Fig. 11. Sudura verticală în formă închisă, cu conductorul introdus în papuc găurit.

Fig. 12. Formă pentru sudarea conform fig. 11.

cului, avînd forma din fig. 12, şi aşezîndu-se cu nutul peste proeminenţa dintre partea cilindrică şi urechea de fixare a papucului. Acesta din urmă se protejează de radierea directă a flăcării becului de sudură, cu o foaie de asbest, iar peste partea cilindrică a papucului se aplică o înfăşurare din sfoară de asbest. Incolo, se procedează la fel ca la sudura verticală în formă a capetelor de conductoare în masive.

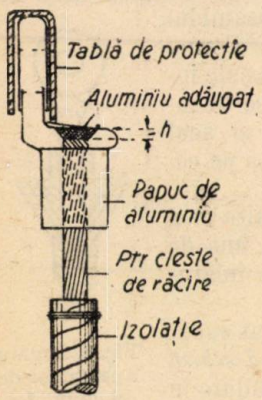


Fig. 13. Sudură verticală deschisă, pentru conductorul în papuc de cablu găurit.

b) *Idem, fără formă*, conform dispoziţiei din fig. 13, protejîndu-se întreaga ureche de fixare, printr-o tablă de protecţie petrecută împrejurul ei.

Papucii de cablu utilizaţi în cazurile *a*) şi *b*) de mai sus, au conductoarele introduse în găurile părţii lor cilindrice şi se dimensionează mult mai larg decît papucii de cablu pentru conductoare de cupru, pentru aceiaşi secţiune. Aceasta pentru a se împiedeca topirea papucilor de aluminiu, dată fiind temperatura joasă de topire a materialului şi neuniformitatea aportului de căldură.

3.2. **Concluzii asupra sudării în formă închisă :** Sudarea în formă închisă a conductoarelor de aluminiu necesită o consumaţie mai mare de căldură decît în cazul sudurii în formă deschisă, dar în schimb prelucrarea ulterioară a locului de sudură este mai redusă decît în cazul sudurii deschise.

3.3. **Echipamentul necesar pentru sudura cu flacără.** Pentru executarea sudurilor descrise pînă aci, în formă deschisă şi închisă, este necesar un echipament compus din :

— tubul de oxigen,
— tubul de acetilenă,
— furtunuri de cauciuc,
— trusa de sudură, conţinînd numărul necesar de arzătoare, cu becuri de tipuri cuprinse între numerile 0 şi 3.

Pentru pasta de sudat de întrebuinţează, fie praful cehoslovac „Firinit supra 21" amestecat cu apă, fie praful fabricat în R.P.R. de Industria Chimică Otopeni, amestecat cu alcool etilic.

4. Sudura prin turnare de material topit

In acest procedeu, aluminiul de adaos este topit dinainte separat într-un creuzet de grafit, introdus cu un cleşte special într-un cuptor special de montaj, în care se arde mangal, sau încă pe o forjă de cîmp, încălzită tot cu mangal.

Fig. 14 arată dispozitivul de sudare pentru îmbinare a două conductoare de aluminiu, cu precizarea că dimensiunile *a* şi *b* din figură se iau de 25—30 mm, respectiv 2—4 mm. De asemenea, cota *c* este egală aproximativ cu jumătate lungimea de cablu desizolată, iar porţiunea

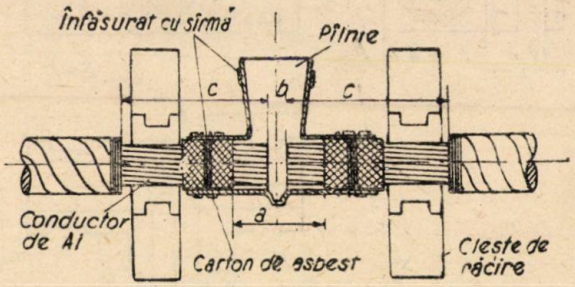


Fig. 14. Sudura cap la cap a două conductoare de aluminiu din cabluri, cu procedeul turnării de material topit (răcire cu cleşte).

ce se lasă liberă pentru cleştii de răcire, de circa 30 mm. In fig. 15 este arătat cleştele pentru transportul creuzetului de topit. Turnarea se face printr-o pîlnie specială a unei forme din fontă, alcătuită din două jumătăţi longitudinale, legate cu sîrmă pe conductoare, astfel cum apare în fig. 14. Sîrma se leagă peste un carton

de asbest. Ca formă se poate întrebuința și o mufă de derivație din tablă de oțel (în formă de T) care este arătată în vedere și în secțiune, în cea din urmă fiind reprezentată numai una din cele două jumătăți longitudinale ale formei. Se precizează că pentru utilizarea la turnare a unei astfel de mufe, se resfrînge în jos cu cleștele muchia *a*, spre a se creia la baza formei un gol de scurgere pentru materialul de turnat, în prima fază a operației.

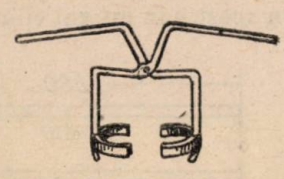


Fig. 15. Cleşte pentru transportul creuzetului de grafit cu material topit.

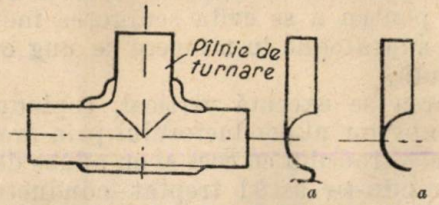


Fig. 16. Formă de turnare din mufă de derivație T.

Acest gol (deschidere) se poate observa și în cazul formei de fontă din fig. 14. Formele se încălzesc în prealabil și se ung cu grafit, la fel ca la sudarea cu flacără.

Temperatura de turnare este de 800...900°C, temperatură care se recunoaște după culoarea roșie-cireșie a aluminiului topit și care se poate controla și cu pirometrul. In fine, temperatura se poate controla aruncînd în masa topită o sîrmă de aluminiu de 2 mm diametru și de circa 25 mm lungime. Dacă sîrma se topește cel mai tîrziu în două minute, temperatura este cea justă.

Pentru turnare, creuzetul se manevrează cu un mîner terminat cu un inel ce se aplică în jurul gulerului celui dintîi. La prima turnare în forma preîncălzită, o parte din aluminiul lichid se scurge prin deschizătura din partea inferioară

Fig. 17. Cleşte special cu resort.

a formei, într-un recipient special. Se toarnă atîta timp materialul topit, pînă cînd partea mijlocie a formei se colorează la roșu-cireșiu. Atunci se aplică deschiderii inferioare un cleşte special (fig. 17). pentru închiderea acesteia și se umple forma cu material topit. La terminarea turnării se aplică imediat cleștii de răcit și după răcire se taie maselota rezultată din turnare și se prelucrează cu pile locul de sudură, curățindu-l cu îngrijire cu peria de sîrmă și ungîndu-l cu vaselină. Sudura este curată, dacă la ambele capete de conductoare se găsește aluminiu topit. Altfel, metalul topit a fost prea rece, sau timpul de topire prea scurt. Intr-un asemenea caz, sudura se repetă, după tăierea maselotei, dar fără a se mai reface prima sudură.

Pentru executarea de derivații, se utilizează forme speciale în T, ca aceia din fig. 18, dimensiunile fiind de același ordin de mărime ca în cazul înădirii de conductoare cap la cap. La turnare trebuie în orice caz lăsată liberă deschiderea inferioară („*e*" din figură). De asemenea, dacă se execută o derivație simplă dintr-un conductor existent, acesta *nu trebuie tăiat*. In fine, dacă se execută o derivație de secțiune mai mică dintr-un conductor de secțiune mare, golul dintre formă și conductorul cel mai subțire se

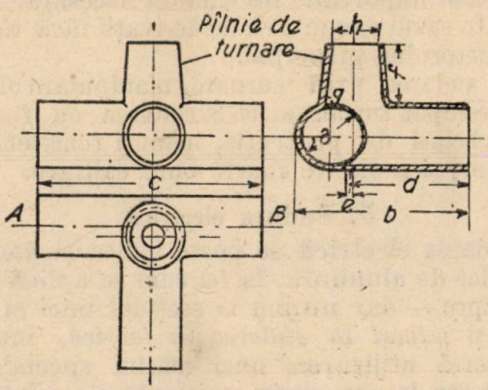


Fig 18. Formă în T pentru executarea de derivații cu sudare prin turnare.

umple cu o înfășurare din sîrmă de asbest, sau mai bine cu o bucșă de compensare din aluminiu.

Procedeul turnării se poate aplica și în cazul sudării de papuci de cablu pe capetele conductoarelor de aluminiu. In acest caz, sudura este verticală și se utilizează o formă ca aceea din fig. 19, tot din două jumătăți longitudinale. Suprafețele de atingere se ung cu pastă de sudură, forma se încălzește, iar aluminiul se toarnă pe unul din coșurile formei, pînă cînd papucul de cablu coboară cu circa 20 mm, din

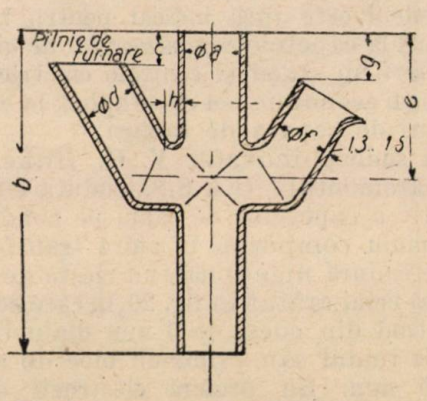


Fig. 19. Formă pentru sudarea prin turnare a papucilor de cablu pe conductoare de aluminiu.

cauza topirii capătului conductorului. Cu aceasta sudura s-a terminat și se scoate forma, se taie maselota și se prelucrează sudura, ca la celelalte procedee.

Concluzii. Sudarea aluminiului prin turnare este de calitate superioară, realizînd o legătură practic perfectă din punct de vedere mecanic şi electric. Totodată, sudura propriu zisă se execută în 10—30 secunde, neexpunînd izolaţia cablurilor la supraîncălziri. Desigur însă că o astfel de sudare comportă transportarea la faţa locului a unui echipament special şi a unei cantităţi de mangal sau de alt combustibil. De aceea, executarea unei sudări prin turnare rămîne dificilă şi este indicată pentru următoarele cazuri :

a) Sudarea cap la cap a conductoarelor de aluminiu de 185 mm² şi mai mult, pentru care celelalte procedee ar creia dificultăţi, din cauza aportului important de căldură necesară.

b) In cazul executării de derivaţii fără tăierea conductorului principal.

La sudarea prin turnare, manipulantul trebuie echipat întocmai ca la sudarea cu flacără, cu ochelari de protecţie, mănuşi rezistente la foc, şorţ şi scule de foarte bună calitate.

5. Sudura electrică

Sudarea electrică se poate aplica şi conductoarelor de aluminiu, la fel cum se aplică celor de cupru — dar numai la secţiuni mici şi mijlocii şi *numai la sudarea în fabrică*, întrucît comportă utilizarea unei maşini speciale de sudat cap la cap, prin rezistenţă electrică. De aceea nu se mai intră aci în amănunte asupra procedeului. Trebuie numai menţionat că sudarea electrică se poate executa fără utilizare de praf (pastă) de sudură, întrucît stratul de oxid de aluminiu care apare în timpul sudării se distruge prin aducerea la incandescenţă a capetelor de sudat, şi prin presiunea unuia contra altuia, specifică sudării electrice cap la cap.

5.1. **Sudarea electrică cu arc** nu prezintă nici o dificultate practică, în afara aceleia de a se transporta pe locul de montaj în reţea echipamentul de sudură, comportînd în primul rînd un transformator de sudură de 220 (380)/65 V, cu regulator normal de curent.

Procedeul este însă indicat pentru îmbinări de papuci la capetele *conductoarelor de aluminiu din cabluri*, în staţii şi centrale electrice, fiind cu atît mai economic, cu cît se aplică la cantităţi mai mari de capete de cabluri.

După sudorul-inovator V. G. Hitke, de la „Iujelectromontaj" U.R.S.S., sudura cu curent alternativ a capetelor de cablu pe conductoare de aluminiu comportă, în afara transformatorului de sudură menţionat, un cleşte de sudură de forma celui arătat în fig. 20, în care se prinde un electrod din cocs, de 5 mm diametru, terminat la rîndul său printr-un bloc de secţiune 25 × 35 mm. Se preferă electrozii de cocs celor de grafit, fiind mai economici şi mai uşor de procurat. Un pol al secundarului transformatorului de sudură se leagă prin cablu izolat de cleşte, iar celălalt la conductorul de sudat, dedesubtul locului de sudare. Sudorul ţine cu o mînă cleştele, întreţinînd un arc electric între electrod şi locul de sudare şi cu cealaltă bara (sîrma) de aluminiu, reprezentînd materialul de adaos, în flacăra arcului.

Conductorul se petrece prin papuc (executat în acest caz cu gol cilindric) astfel încît să depă-

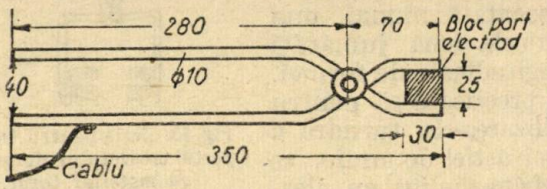


Fig. 20. Cleşte pentru sudarea cu arc electric a aluminiului.

şească cu circa 10 mm partea cilindrică a papucului. Papucul se înveleşte cu o foaie de asbest udată, pentru a se evita scurgerea metalului ; în fine suprafeţele în atingere se ung cu pastă de sudură.

Sudarea se execută vertical, topindu-se capătul superior al conductorului prin arcul electric al electrodului cu cocs şi cu adaos de material, unindu-se astfel treptat conductorul cu marginea papucului.

Se recomandă ca sudarea papucilor de aluminiu să fie executată cu următoarele valori de curent :

La o secţiune de 16—25 mm² a conductorului şi papucului : 180 A

La o secţiune de 35—50 mm² a conductorului şi papucului : 200 A.

La o secţiune mai mare ca 50 mm² a conductorului şi papucului 240 A.

Durata sudării se limitează la 1—1,5 minute pentru fiecare papuc.

5.2. **Sudarea în atmosferă de protecţie cu argon** comportă un pistol special de sudare, în care electrodul care produce arcul este înconjurat de un injector învelind arcul electric cu o perdea de argon. Aceasta împiedică accesul oxigenului la locul de sudură şi prin aceasta formarea oxidului de aluminiu, obţinîndu-se cele mai curate suduri. Şi acest procedeu se poate practic utiliza numai în fabrici sau pe şantierele unor centrale sau staţii electrice mari, întrucît, în afara transformatorului de sudură mai necesită un dispozitiv de aprindere în înaltă frecvenţă şi pistolul special cu electrozi de Wolfram, pentru 150, 300 şi 500 A, — ultimile două intensităţi necesitînd pistoale răcite cu aer.

6. Sudura cu lampă de benzină

Sudarea cu lampă de benzină se aplică *numai la fire subţiri cu diametrul sub 0,5 mm*, după îndepărtarea mecanică a stratului de oxid, aducîndu-le în vîrful lămpii şi apăsîndu-le la un loc cînd începe topirea — după care se scot din flacără. Este indicat să fie în prealabil unse cu pastă de sudură. Locul de sudură se prelucrează după răcire.

Sudarea firelor de liţă din aluminiu se aplică în diferite cazuri, ca de exemplu la cabluri pentru automobile. Intrucît racordarea acestor fire la cleme de alamă e dezavantajoasă din cauza raportului mare între stratul oxidat şi diametrul mic al conductorului, capătul fiecărei

liţe se sudează în cîte un ochi al unui conductor cupal (aluminiu acoperit cu un strat de cupru) şi anume la capătul desgolit de cupru, prin scufundarea prealabilă a acestuia în acid azotic. Celălalt capăt al conductorului cupal se racordează prin lipitură la o clemă normală de alamă.

7. Lipituri

Aluminiul se uneşte cu alte metale numai la temperaturi de peste 250°C. Nu se poate deci obţine o legătură bună prin aliajele de lipit cu cositor, ci este nevoie de aliaje conţinînd elemente cu suficientă afinitate pentru aluminiu.

Din punctul de vedere al temperaturii de fuziune, se disting:

a) *Lipiturile moi*, cu punct de fuziune inferior celui al aluminiului, dar mai mare decît 250°C. Există două procedee pentru lipituri moi, după modul de îndepărtare a stratului de oxid de aluminiu şi anume:

— *procedeul cu cositorire prealabilă*, care pentru conductoarele cu fire înfăşurate necesită desdoirea în evantai a tuturor firelor, curăţirea lor îngrijită şi cositorirea lor, după care conductorul se încălzeşte cu lampa de lipit, aşternîndu-se pe el aliajul de lipit şi peste acesta mufa de înădire sau papucul de cablu.

— *procedeul cu reacţiune*, în care oxidul de aluminiu este înlăturat prin reacţiune chimică cu aliajul de topit, fiind şi aci necesar o curăţire îngrijită a fiecărui fir din conductor.

Primul procedeu are ca rezultat legături bune, dar necesită o execuţie *foarte îngrijită*; iar pentru înădirea conductoarelor multifilare el devine prohibitiv, din cauza timpului lung pentru executarea legăturilor.

Procedeul cu reacţiune necesită lucrări mai reduse preparatoare decît cel cu cositorire prealabilă, dar necesită precauţiuni deosebite, întrucît aburii degajaţi la încălzirea cu lampa sînt dăunători izolaţiilor, care trebuie ferite prin etanşarea cu chit. Resturile nereduse ale aliajului de lipit reprezintă totodată un pericol de coroziune pentru conductor. Singurul avantaj pe care-l prezintă lipiturile moi, constă în echipamentul simplu pe care-l necesită: utilizarea lămpii de lipit, cleştilor, etc. Din cauza timpului apreciabil necesar pentru tratarea fiecărui fir din conductor în parte şi mai ales din cauză că fiecare legătură depinde din punct de vedere al calităţii de îndemînarea şi experienţa operatorului, lipiturile moi se limitează la înădiri de fire subţiri de aluminiu izolate, în locuri uşor accesibile, ca de exemplu în radiotehnică.

b) *Lipiturile tari* se execută la temperaturi de la 640 la 670° şi necesită aliaje din zinc cu aluminiu, cu un procent important din acest din urmă metal. Ele dau legături mai rezistente decît lipiturile moi; dar executarea lor se deosebeşte foarte puţin de cea a sudurilor, putînd chiar fi realizată cu aparate oxi-acetilenice. Realizarea lipiturilor tari cu lampa de lipit lungeşte apreciabil timpul de executare, periclitînd totodată în mod serios izolaţia. De aceea, avantajele acestor lipituri nu sînt judicios folosite decît la *conductoare neizolate*, nefiind deci aplicate la legăturile cablurilor subterane cu conductoare de aluminiu.

8. Lipituri prin ultrasunet

Pentru aplicarea acestui procedeu se utilizează un echipament special şi anume un dispozitiv de lipit conţinînd un generator de înaltă frecvenţă (oscilator producînd curent alternativ la o frecvenţă de 22 kiloHertz) şi ciocanul de lipit-vibrator, care este de fapt comandat electromagnetic, intrînd în rezonanţă cu frecvenţa produsă de generator. Cînd dispozitivul este în funcţiune, vîrful vibratorului oscilează în sens longitudinal, la frecvenţa menţionată. Oscilaţiile mecanice se transmit prin stratul subţire al aliajului topit de pe suprafaţa conductorului de aluminiu de lipit. Astfel se rupe pojghiţa de oxid de aluminiu, iar particulele microscopice de oxid rezultate se ridică la suprafaţa aliajului topit. Distrugerea stratului de oxid are loc într-o mică fracţiune de secundă.

Bine înţeles, conductorul de lipit trebuie încălzit cu o sursă separată. Operaţiunea serveşte în definitiv la efectuarea de lipituri moi, utilizînd ca aliaj de lipit cositor cu zinc, cu un procent mare din cel dintîi.

Procedeul este indicat pentru lipirea unor conductoare de aluminiu cu suprafeţe plane sau a unor table de aluminiu între ele, nefiind deci util pentru înădirea cablurilor subterane de energie electrică.

9. Observaţie generală asupra înădirilor conductoarelor de aluminiu în cablurile subterane de energie

In principiu, firele de aluminiu pot fi lipite cu orice alte metale, între care şi cu cuprul. Acest lucru nu este însă admis în ceea ce priveşte legăturile în cabluri subterane, întrucît cu toate precauţiunile luate, subsistă totuşi pericolul coroziunilor, astfel de fenomene neputînd fi controlate în manşoane de înădire îngropate. De aceea, lipiturile între metale diferite (cupru cu aluminiu) sînt admise numai în locuri accesibile şi care se pot controla. In cabluri se admit deci numai înădiri între conductoare de aluminiu şi dată fiind complicaţia ce o prezintă legăturile prin lipire la conductoarele monofilare, *se preferă sudura* atît în cabluri, cît şi la legăturile cu papuci de cabluri, la capetele conductoarelor.

Racordarea papucilor de aluminiu prin buloane la piese de racord din cupru cositorite, nu prezintă practic nici un pericol, în ceea ce priveşte coroziunea, în încăperi uscate.

10. Imbinări mecanice

Intră în considerare aci numai:

a) *Imbinarea prin crestare* a papucilor de cablu speciali pentru acest scop (de exemplu tipul cehoslovac „Nutex"), cu capetele conductoarelor de aluminiu din cabluri subterane. Papucul de cablu se aşază pe capătul conductorului şi cu ajutorul unui cleşte special se strîng pe conductor crestăturile special indicate pe corpul

cilindric al papucului, obținîndu-se astfel o îmbinare prin presiune, între capătul de conductor și papuc. Cleștii speciali se livrează din fabrici cu bacuri adaptabile la diferite secțiuni de conductor, cuprinse între 16—120 mm². Papucii de cablu de tipul indicat se pot utiliza cu folos pentru racordarea conductoarelor de aluminiu la diferite instrumente, mașini, bare colectoare, etc. Dacă efectuarea îmbinării se execută cu îngrijire, se obțin legături foarte bune, întrucît firele din conductor și cu corpul papucului de cablu se presează aproape ca un singur corp. Un avantaj al procedeului constă în faptul că astfel de legături se pot desface relativ ușor și apoi se pot iar reface la loc, după curățirea părților componente.

b) *Imbinarea sub presiune* (la rece). In ultimul timp s-au introdus așa numitele îmbinări la rece, între conductoare și benzi de aluminiu, realizate prin presiune. Realizarea acestor îmbinări este foarte simplă, în special pentru conductoare de aluminiu la montaj, prin întrebuințarea așa numitor clești de presiune. Aceștia sînt prevăzuți cu șanțuri calibrate în care se așază conductorul, după care este strîns prin presiune pe conductorul cu care se îmbină.

Ambele conductoare de înădit trebuie neapărat eliberați în prealabil de oxidul de aluminiu de pe suprafața lor, ceea ce se obține cu ajutorul unei perii de sîrmă sau al hîrtiei sticlate. In mod analog se obține înădirea benzilor de aluminiu, decît că în locul cleștilor se întrebuințează o mică presă hidraulică, acționată cu o pompă de mînă. Greutatea acestui dispozitiv comportă circa 20 kg. In acest mod se pot îmbina chiar și țevi de aluminiu, dar cu ajutorul unui sistem de role și cu un dispozitiv de tăiere, pentru îndepărtarea surplusului de aluminiu presat.

11. Legături între metale diferite (cupru-aluminiu) cu ajutorul pieselor de trecere

După cum s-a arătat mai înainte, legăturile papucilor de cablu din aluminiu, la piese de racord din cupru, nu comportă precauțiuni speciale, în încăperi uscate. In exterior însă, întrucît există pericol de coroziune, trebuie luată una din următoarele precauțiuni:

a) Sudarea conductoarelor din aluminiu în tuburi de cupal (tuburi de aluminiu cu strat exterior de cupru), care la rîndul lor se lipesc în mod normal în papuci de cablu din cupru sau din alamă.

b) Sudarea conductoarelor de aluminiu în papuci de cablu tot de aluminiu, cu intercalarea unor rondele din cupal, între urechea de fixare a papucului și piesa de racord din cupru a instalației fixe. In acest caz, rondela de cupal are pojghița de aluminiu pe o singură parte, și anume pe cea care vine în contact cu piesa de cupru.

12. Incheiere

Din cele descrise în prezentul articol rezultă că procedeul cel mai indicat pentru înădirea conductoarelor de aluminiu din cablurile subterane de energie electrică constă în sudu a, fie a conductoarelor între ele, fie a conductoarelor cu papucii de cablu, la extremitățile lor care se leagă la racordurile fixe.

Acolo unde este posibil, este de preferat sudura electrică, rămînînd însă mai indicată în stadiul actual al tehnicii, utilizarea sudurii oxiacetilenice și cu oxi-benzină, pentru înădirea cablurilor pe trasee, în rețele.

Bibliografie

[1] Ministerul Energiei Electrice și Industriei Electrotehnice, Direcția Generală Tehnică: Instrucțiunea nr. 64—55 „Instrucțiuni pentru îndădirea prin sudare a cablurilor subterane armate cu conductoare de aluminiu", E.E.S., 1955.

[2] Instrucțiuni cehoslovace: „Das Aluminium und seine Verbindungsarten", 1955

[3] Ministerul Centralelor Electrice din U.R.S.S. — „Orgres": „Indrumări pentru îmbinarea și executarea capetelor conductelor izolate și a cablurilor cu conductorii de aluminiu", GEI, 1952.

[4] *Gurievici P. I.*: Sudarea electrică a barelor și a cablurilor în curent alternativ. Revista sovietică „Centrale Electrice", nr. 8/1954.

[5] *Goldberg M. S.*: Cu privire la îmbinarea și executarea capetelor cablurilor și conductelor izolate, cu conductoare de aluminiu. Revista sovietică „Centrale electrice", nr. 10/1954.

СОЕДИНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ КАБЕЛЕЙ С АЛЮМИНИЕВЫМИ ЖИЛАМИ

Ввиду того что экономическая необходимость диктует применение меди там где она не может заменяться другими металлами, необходмо наиболее широкое применение подземных кабелей с алюминиевыми жилами, так как этот материал может заменить в очень хороших условиях кабельную медь.

Учитывая это, в статье описывается способ соединения как алюминиевых жил между собой, так и с кабельными наконечниками. Сравнивая различные способы возможных соединений (сварные, паяные, механические) дается заключение о преимуществе сварных соединений.

★

AUSFÜHRUNG DER VERBINDUNG VON KABELN MIT ALUMINIUMLEITERN

Da das wirtschaftliche Gebot der Gegenwart lautet, den Vorrat an Kupfer für jene Zwecke aufzubewahren, in welchen es von anderen Metallen nicht ersetzt werden kann, erscheint die möglichst intensive Verwendung von unterirdischen Kabeln mit Aluminiumleiter eine dringende Notwendigkeit, um so mehr als dieses Material das Kupfer gut in den Kabeln ersetzt. Davon ausgehend wird die Ausführung sowohl der Verbindung der Aluminiumleiter untereinander als auh der Endverbindungen zwisichen diesen und den Kabelschuhen beschrieben. Unter den verschiedenen Verbindungsmöglichkeiten (Schweissung, Löten, mechanische Verbindung) werden die Vorteile der mittels Schweissung hergestellten Verbindungen hervorgehoben.

Incinerarea, mijloc de distrugere a gunoaielor

Ing. URSU PASCU

In articolul de față se expune necesitatea introducerii pe o scară largă a incinerării gunoaielor și în țara noastră descriindu-se diferite tipuri de instalații folosite în acest scop. (Nu se menționează însă eventuala folosire a căldurii rezultate în instalații concentrate în scopul producerii de energie electrică deși această preocupare cîștigă din ce în ce mai multă importanță).

Redacția

Indepărtarea rapidă a gunoaielor din viața urbană este una din problemele cele mai importante ce se pune azi în fața specialiștilor de gospodării comunale, iar rezolvarea ei este dintre cele mai dificile. Metodele sînt diferite dar lucrarea de față se va referi doar la distrugerea acestor gunoaie prin încinerare. Cu această ocazie se va descrie tipuri de crematorii care cercetate în timpul exploatării lor au dat rezultate practice optime.

Inainte de a trata cele propuse, se consideră necesar a se da cîteva explicați asupra acestor „gunoaie" ce se vor distruge fie prin ardere — cazul nostru — fie prin alte mijloace.

Prin gunoaie se înțelege un amalgam de resturi rezultate de la îndeletnicirea zilnică, pregătirea hranei, păstrarea sănătății etc. Pentru o mai bună înțelegere se va da mai jos o clasificare a acestor resturi — gunoaie — și anume :

1. Gunoaie casnice sau deșeuri din locuințe ca : cenușe, gunoaie din casă (scamă, praf, zdrențe, etc.) resturi și coji de legume, cărnuri, veselă spartă etc.

2. Gunoaie urbanistice : de la distrugerea străzilor și caselor ca : moloz, nisip etc.

3. Resturi negustorești — provenite de la diferite mărfuri alimentare, precum și alte feluri de mărfuri.

4. Resturi comerciale a căror specificație incubă industria însăși, ambalaje, etc.

5. Gunoaie medicinale provenite din spitale, policlinici, sanatorii etc.

Această clasificare se poate deci concretiza în trei mari categorii și anume :

a) Gunoaie menajere, cele de la punctele 1 și 3.

b) Gunoaie industriale și agricole (GAS, GAC, SMT etc).

c) Gunoaie medicinale.

Aruncînd o privire generală pe harta unui oraș se va vedea că nu e ușor să se facă o apreciere asupra cantităților acestor gunoaie, cunoscînd însă însemnata cantitate ce se produce zilnic se va vedea că distrugerea lor este o măsură urgentă și foarte necesară din punctul de vedere al salubrității și higienei publice.

Este adevărat că, din punct de vedere al cantităților ele variază de la caz la caz și sînt în strînsă legătură cu nivelul de trai și specificul muncii locatarilor din localitatea respectivă. Aceste cantități s-au stabilit pe cale experimentală și P. A. Spisnov în manualul de tehnică-sanitară publică un tablou întocmit după datele VNIIKSG, RONIIKH de către prof. Baberian, prof. Vastac, prof. Maticov și după rapoartele din Leningrad, Rostov, și Harkov în care sînt date cantitățile de gunoaie, felul gunoaielor, perioada de timp și densitatea lor pentru fiecare fel de clădire și scopul în care sînt construite aceste clădiri. In medie este cam 1 kg pe zi, de fiecare locuitor. (In București se evacuează zilnic cca. 2 000 m^3, adică cca. 1 200 000 kg).

In articolul de față se va descrie metoda și mijloacele de distrugere prin încinerare pentru fiecare categorie de gunoaie, ce s-a stabilit în cele trei mari grupe, adică :

1) incinerarea gunoaielor menajere ;
2) incinerarea gunoaielor industriale ;
3) incinerrea gunoaielor medicinale.

Prin incinerare se înțelege distrugerea gunoaielor cu ajutorul focului, în instalații speciale, numite incineratoare sau crematorii.

Acest sistem de distrugere a gunoaielor în țările cu o civilizație mai dezvoltată este folosită de aproape 75 de ani și pe scară foarte întinsă. La noi în țară însă utilizarea acestui sistem este așa de redusă încît îl putem considera inexistent.

Luînd în considerație dezvoltarea socialistă în țara noastră și ridicarea nivelului de trai la care s-a ajuns în unele orașe din R.P.R. numărul populației a crescut în mod simțitor, mărindu-se pe această cale și cantitatea de gunoaie. Se impune deci distrugerea lor pe scară tot mai mare și mai rapidă.

Cercetările și studiile făcute asupra incinerării și asupra procesului de combustie din crematoriile de gunoaie, asupra caracterului specific al gunoaielor, umidității și materiilor inerte, din gunoi, amplasării și funcționării crematoriilor, precum și a raportului dintre căldură și masă, au dus la următoarele considerente ce trebuie avute în vedere la proiectarea unui crematoriu.

Un crematoriu este un cuptor înăuntrul căruia materiile organice se combină cu oxigenul din aer în prezența unei flăcări. Un cremator trebuie astfel conceput încît procesul de ardere să fie propagat în mod eficient iar cheltuiala să fie minimă.

Din punct de vedere chimic aceste gunoaie sînt compuse din hidrocarburi, care includ, celuloză, benzină și alți nenumărați compuși.

Pentru determinarea puterii calorifice a gunoiului ce se va arde într-un crematoriu trebuie făcute analize din diferite mostre reprezentative.

Experiențele făcute au dat posibilitatea compunerii diagramei din fig. 1, care ilustrează legătura dintre umiditate materii inerte și puterea calorifică inferioară.

Practica arată că gradul de umiditate a gunoaielor este foarte ridicat ajungînd pînă la 70—80%. Un asemenea gunoi nu arde, deci el trebuie în

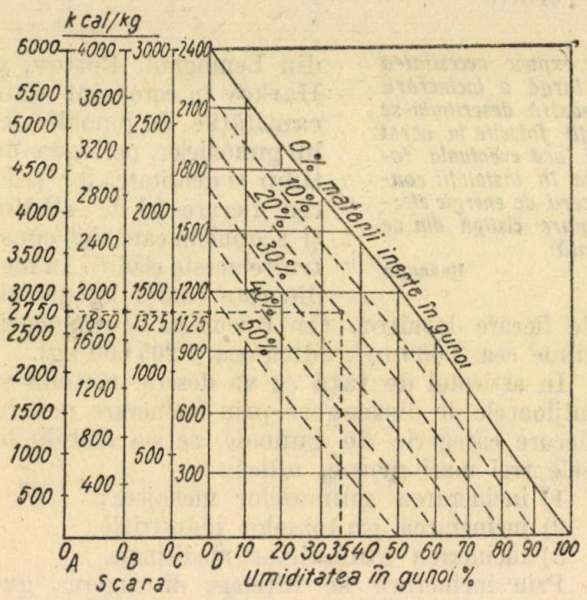


Fig. 1. Diagrama pentru determinarea relației între puterea calorifică inferioară, conținutul de umiditate și materiile inerte din gunoaie;

A—cărbuni, cauciuc, carton asfaltat; *B*—lignit, piele; *C*—iarbă furaje; *D*—celuloză, hîrtie.

prealabil uscat — operație care se face în focarul crematoriului.

Factorii care influențează mult uscarea gunoaielor în crematoriu sînt: forma, suprafața și porozitatea gunoiului. La calculul focarului se ține seama de acești factori.

Căldura necesară acestei uscări este luată de la radiația refractarelor și din flacăra gunoaielor care ard. Conținutul de apă al particulelor combustibile trebuie să fie evaporat înainte ca temperatura gunoiului să se ridice peste 100°C. Rapiditatea încălzirii aerului în cuptor este iarăși un factor impotant la uscarea gunoiului, deci, un curent de aer fierbinte și uscat deasupra și prin gunoi, va mări evaporarea și va determina o combustie mai rapidă. Prin acest mijloc se protejează scăderea temperaturii la introducerea gunoiului în cremator și se evită fumul și alte produse de ardere necomplete, ce dau naștere la diferite gaze și mirosuri care viciază atmosfera înconjurătoare.

La proiectarea volumului focarului și grătarului se va lua ca bază echilibrul dintre masă și căldură adică, suma gazelor ieșite prin coș plus cenușa trebuie să egaleze în greutate gunoiul brut, aerul și umezeala introduse în focar.

Energia termică furnizată de gunoiul combustibil este folosită pentru a aduce gunoiul și aerul care intră, la temperatura de combustiune, a încălzi pereții, dușumeaua și alte părți a crematoriului. Calcularea energiei termice necesare în contrast cu energia termică folosită, va trebui să fie în echilibru. Nerespectarea acestuia influențează foarte mult reușita funcționării unui crematoriu.

Amplasarea unui crematoriu este deasemenea o problemă destul de importantă. Această așezare este în legătură cu posibilitățile economice și cu aprobarea publică, deoarece pe lîngă particulele de materii ce se emană prin coș în timpul arderii se mai degajă: aldehide, acizi organici, amoniac SO_2, CO_2, CO, nitrogen și altele.

Deși concentrația acestora este mică, efectele lor asupra atmosferei înconjurătoare, o pot face insuportabilă.

Cercetările făcute arată că 98% din particolele degajate au mărimea mai mică de 1 micron mergînd pînă la 0,3 microni, deci căderea lor la pămînt nu se face cu ușurință și rămîn dispersate în aer pînă cînd sînt adunate sau spălate de diferite procese naturale.

Puterea calorifică inferioară medie a gunoaielor este între 800—1 000 kcal/kg.

Cenușa și zgura lăsată este de 20—30% din greutatea și cca. 8% din volum.

Temperatura de ardere în focar trebuie să fie cel puțin de 700...800°C.

Grosimea stratului de gunoi în cazul umidității pînă la 35% să nu depășească cca. 30 cm.

Luîndu-se cunoștință de datele de mai sus. ce trebuie avute în vedere la proiectarea unui cremator de gunoaie, se va arăta în continuare cîteva feluri de crematorii construite și folosite pentru încinererea gunoaielor după cele trei categorii de mai sus.

I. Crematorii pentru încinerarea gunoaielor menajere

S-a văzut că în această categorie de gunoaie, cea mai mare parte o ocupă gunoaiele casnice adică: cenușe de sobe. gunoaie din case, (scame, praf, zdrențe etc), resturi și coji de legume, cărnuri coji de ouă, dopuri de sticlă, resturi de mîncare, hîrtii, cutii de conserve, etc

Incinerarea acestor gunoaie se face după două variante și anume:

Varianta I Gunoaiele colectate la locuințe cu număr mare de locatari (blocuri).

Varianta II. Gunoaiele colectate de la mai multe locuințe cu număr mic de locatari și transportate la crematoriu.

Varianta I; la rîndul ei, prezintă 2 cazuri și anume:

Cazul 1. Depozitarea gunoaielor din fiecare locuință într-o cameră specială unde se triază acele deșeuri care nu ard (cutii de conserve, sticle sparte, veselă spartă etc.) și după aceea se face arderea gunoiului. Resturile necombustibile se evacuează odată cu cenușa rezultată din arderea combustibililor.

Un crematoriu care a fost verificat pentru această variantă și a dat rezultate bune, este cel construit de doctorul G. V. Livinson și Ing. P. F. Cernescecov arătat în fig. 2.

Acest crematoriu are un debit de 1 000 kg în 8 ore de foc și poate deservi un bloc cu aproximativ 2 000 locatari.

Construcţia cuptorului este din cărămidă simplă şi este compus din : Cuptorul *A* cu grătarul *B* — un puţ înclinat, — *C* şi o gură de încărcare *D* (cuvă). Cuva de încărcare se va aşeza la un astfel de nivel încît încărcarea să se poată face cu uşurinţă.

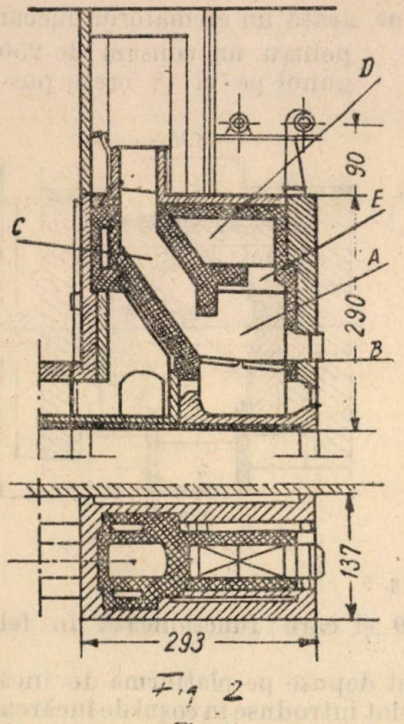


Fig. 2

Deasupra focaru'ui este dispusă camera *D*, de unde gazele de ardere prin canalul *E*, coboară şi pătrund în canalul orizontal de fum de unde trec în coşul de fum. Aerul necesar arderii este refulat de ventilatorul *J* de sub grătarul focarului.

Un alt crematoriu care poate fi folosit tot la această variantă este cel construit de Cernăsevschi arătat în fig. 3.

Debitul lui este de 500 kg gunoi în 8 ore de foc.

Acest crematoriu poate fi construit şi în afară sub un acoperiş (şopron).

Gunoiul încărcat prin orificiul de sus *A* se încălzeşte şi se usucă pe platforma de sus *B*; după ce s-a încălzit, prin fereastra *C*, se introduce în cuptorul *D*, pe platforma înclinată *E*, unde sub influenţa gazelor fierbinţi se usucă definitiv. Prin uşiţa *F*, este tras pe grătarul *G*, unde arde.

Crematorii pentru cazul 1 avem chiar în Bucureşti la cîteva din blocurile mari din centrul oraşului, dar funcţionarea lor lasă mult de dorit din cauza execuţiei mediocre şi dimensionării pe baze neştiinţifice.

Cazul 2. Aruncarea gunoaielor din fiecare locuinţă direct în crematoriu care funcţionează continuu.

Crematorii de acest fel au apărut în 1923 şi pînă în 1939 au fost aplicate în multe ţări ca : U.R.S.S., Franţa, U.S.A., etc.

Construcţia unui astfel de crematoriu este arătată în fig. 4. El funcţionează în felul următor :

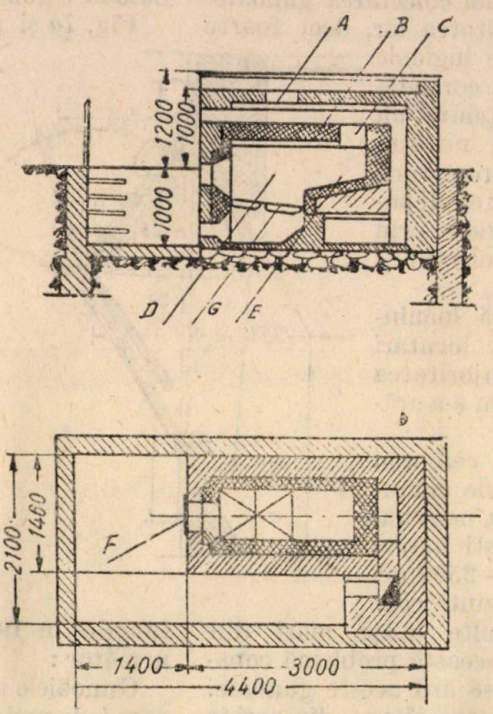


Fig. 3

Camera de ardere se află aşezată în partea cea mai de jos a construcţiei. de obicei în subsol. Coşul leagă camera de combustie cu atmosfera prin acoperiş. Construcţia lui este în perete la fel ca şi coşurile sobelor sau coşurile de ventilaţie. Coşul este construit din cărămidă roşie. Secţiunea variază între 0,4— 0,6 m² şi are o căptuşeală de cărămidă refractară pînă la înălţimea etajelor *II*—*III*. Extremitatea superioară (vîrful coşului) este scos prin acoperiş pe care îl depăşeşte cu 1,2—1,5 m şi este acoperit cu plasă de sîrmă pentru a se evita împrăştierea scînteielor. La fiecare etaj acest coş are cîte o gură de aruncarea gunoiului — fig. 5 — cu un dispozitiv de etanşare pentru ca fumul să nu intre în cameră.

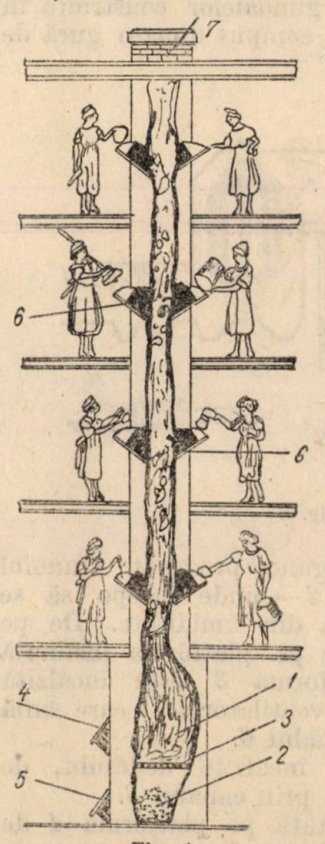


Fig. 4

Aceste guri de aruncare corespund deobicei în bucătării sau chiar în alte părţi ale casei.

Funcţionarea este următoarea :

La focarul crematoriului este prevăzut un arzător fie pentru păcură, fie pentru gaze. Capacitata acestui arzător este mică, deoarece este numai pentru amorsare. In momentul cînd focarul s-a încălzit acest arzător poate fi oprit. Gunoaiele sînt aruncate pe orificiile descrise mai sus şi în căderea lor ele iau contact cu gazele calde din coş aşa fel încît, cînd au căzut pe grătar parte din ele sînt chiar aprinse.

Dezavantajele acestui crematoriu sînt : Posibilitatea pătrunderii fumului în locuinţe (în cazul uzării garniturilor la uşile de aruncare a gunoaielor în coş).

Nu se pot arde toate felurile de gunoaie.

Costisitor în exploatare.

Avantaje. Reduce complet colectarea gunoaielor din locuințe și depozitarea lor, deci foarte bun din punct de vedere higienic și sanitar. Utilizarea lui comodă.

Varianta II. La locuințele cu un număr mic de locatari nu este rentabil a se construi crematorii individuale. Gunoiul este depozitat într-un loc de unde prin mijloace diferite este colectat și evacuat.

Deoarece la noi în țară locuințele cu mare număr de locatari (blocuri) sînt puține, majoritatea locatarilor procedează cum s-a arătat la acest caz.

Această problemă este cea mai importantă pentru organele comunale și în special în țara noastră.

Intr-un oraș ca București astăzi se colectează cca. 2000 — 2500 m³ de gunoi zilnic ce reprezintă cca. 1000 tone de gunoi. Multe orașe mari din străinătate au rezolvat această problemă construind crematorii în care se ard aceste gunoaie.

Se va descrie în continuare cîteva din aceste crematorii, cari au fost construite după cele mai noi metode științifice și a căror funcționare a dat rezultate optime. Fig. 6 reprezintă o instalație de ardere a gunoaielor construită în 1951. Crematoriul este compus dintr-o gură de

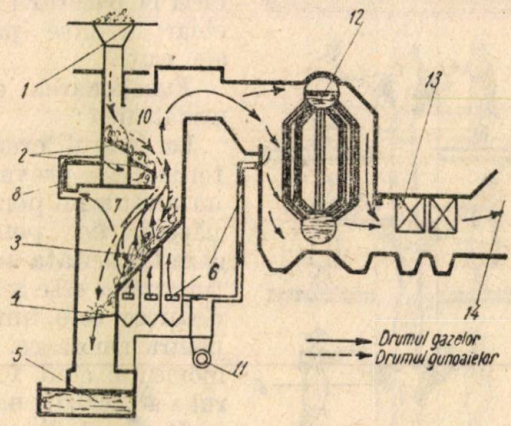


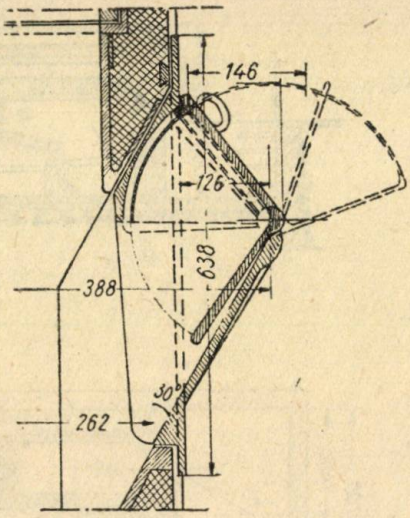
Fig. 6

alimentare, *1* pentru gunoi proaspăt. Gunoiul cade pe platformele *2* — unde începe să se usuce cedînd o parte din umiditate. De pe aceste platforme cade pe platforma înclinată *3* — unde arde. Platforma *3* este încălzită pe dedesubt de către ventilatorul *11* care suflă gaze fierbinți prin canalul *6*.

Platformele *2* sînt încălzite dedesubt, de gazele calde din focar, prin canalul *8*.

Cenușa este depozitată pe platforma *4* de unde cade în curentul de apă *5* care o evacuează. Gazele calde trec prin cazanul *12* căruia îi cedează căldura. De la cazan gazele trec prin filtre *13* unde sînt curățate de diferite particole și evacuate în atmosferă prin coș *14*. Această instalație este pentru un consum anual de 30.000 t gunoi.

Fig. *7a* și *b* ne arată un crematoriu mecanic pentru un consum de 250 t gunoi pe zi (8 ore), pus în



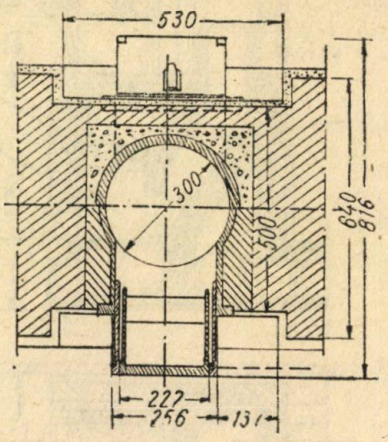


Fig. 5

funcție în 1949 și care funcționează în felul următor :

Gunoaiele sînt depuse pe platforma de încărcare *1*, de unde sînt introduse în coșul de încărcare *3*, prin intermediul capacului *2*. Gunoiul se așază deasupra ușii *4*, care este închisă și nu permite fumului și gazelor să iasă afară în timpul încărcării. După ce gunoiul s-a aruncat în coșul de încărcare se închide capacul *2* și se deschide ușa *4*. Gunoiul cade peste grătarul conic *5* care învîrtindu-se obligă gunoiul să cadă pe grătarul de descărcare — *6*.

Arderea este ajutată de aerul suplimentar încălzit, insuflat prin canalul *7*. Cenușa cade în rezervorul — *8* — Gazele trec prin canalul 9 și în cameră *14* se perfectează arderea de unde gazele arse sînt evacuate prin ajutorul coșului *16* în atmosferă.

Grătarul conic rotativ se rotește cu 6 rotații pe oră.

Este adevărat că pentru construirea unor asemenea crematorii sînt necesare a se investi sume destul de importante dar rezultatele ce se obțin aduc o amortizare a investițiilor într-un timp mult mai scurt decît s-ar crede, așa că rentabilitatea unor asemenea instalații, pe lîngă că rezolvă în condiții optime o problemă de higienă sanitară, aduce și un venit însemnat din punct de vedere economic.

II. Incinerarea gunoaielor industriale

In această categorie avem trei feluri de gunoaie și anume :

1. Gunoaie a căror ambalaj incubă industria însăși ca : cartonaje, tuburi de carton, scame și zdrențe (textile) talaj, paie, rumeguș de lemn, (ambalaj) etc. în cantități destul de însemnate, totuși nu deajuns de suficiente și în cantități constante ce ar permite utilizarea lor drept combustibil în centrale de forță.

2. Gunoaie rezultate din : resturi de mîncare şi ambalajul acestora aduse zilnic de muncitori ca : hîrtie, resturi de legume (coji de pepene — castraveţi, ciorchini de struguri, coji de fructe etc). Praf provenit de la transportul noroiului pe încălţăminte (strîns în timpul măturării atelierelor) resturi de mîncare, resturi de legume şi fărămituri de pîine de la cantine, frunze de arbori şi ierburi uscate de la vegetaţia din curtea fabricii şi cele aduse de vînt etc.

3. Resturi de fabricaţie, diferite deşeuri şi borhoturi care trebuie distruse.

După cum se vede cantităţile acestor gunoaie sînt destul de însemnate şi pe lîngă că, evacua-

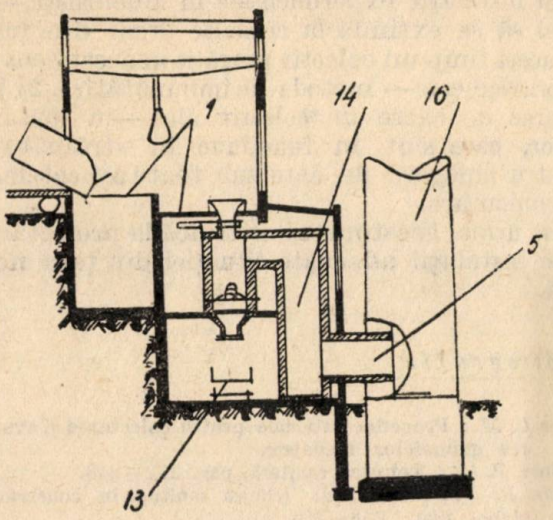


Fig. 7 a

rea lor ar fi foarte costisitoare, unele din ele nici nu sînt permise să fie aruncate pe platformele din afara oraşelor, din cauza mirosurilor ce le degajă şi din cauza compoziţiei chimice — care ar vătăma atmosfera.

Se impune deci imperios distrugerea lor în incinta fabricii şi cel mai practic mijloc este desigur încinerarea, afară de acele, pentru a căror distrugere sînt necesare anumite procedee chimice.

Iată deci că pentru fiecare întreprindere, construirea unui crematoriu devine obligatorie.

In ceea ce priveşte cantităţile ce se colectează se va da mai jos cîteva cantităţi aproximative pentru unele sorturi de gunoaie la o întreprindere textilă cu cca. 1 000 de salariaţi

Hîrtii ambalaj aduse cu mîncare de muncitori cca.	20 kg
Resturi de la mîncarea adusă de muncitori cca.	50 „
Resturi de mîncare de la cantina fabricei cca.	60 „
Tuburi de carton care nu mai pot fi recuperate	150 „
Gunoaie din atelier (scame, zdrenţe, uzate)	50 „

Adăugînd în mediu 15% alte gunoaie diferite cca. 70 kg rezultă o cantitate de cca. 400 kg de gunoaie zilnic, care trebuie distruse în incinta acestor întreprinderi.

Pentru asemenea gunoaie pot fi utilizate crematoriile arătate în fig. 2 sau fig. 3 pentru 1 000 şi respectiv 500 kg pe zi. In cazul cînd cantităţile sînt mai mari este preferabil a se construi două sau chiar trei cabine de acest fel, căci construirea unui singur crematoriu care să asigure consumul total de gunoi, devine mai complicată.

Pentru cazul întreprinderilor al căror proces de fabricaţie dau rebuturi care (după cum s-a arătat mai sus) nu sînt atît de însemnate încît

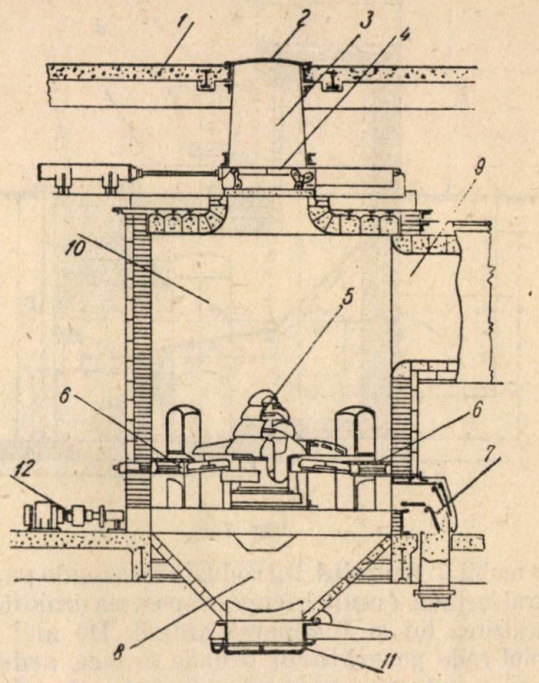


Fig. 7 b

să poată fi utilizate drept combustibil în centrale de forţă, deşeuri însă ce pot fi distruse într-un crematoriu obişnuit, ca cele arătate mai sus, se vor construi crematorii, după caracteristicile acestor deşeuri, luîndu-se măsurile necesare pentru protecţia atmosferei înconjurătoare.

III. Incinerarea gunoaielor medicinale

Din această categorie de gunoi fac parte următoarele :

Bandaje şi pansamente, proteze şi ghipsuri, ambalaje de medicamente (cutii de carton, talaj etc) fiolaje uzate, resturi de mîncare de la bucătăria bolnavilor, resturi de mîncare şi ambalaje de la alimentele primite de bolnavi prin vizitele ce li se fac, resturi de mîncare rămasă de la bolnavi etc.

Această categorie de gunoaie, în special de la spitalele de boli contagioase, trebuie distrusă imediat şi numai în incinta spitalelor deoarece transportarea lor pe platformele obişnuite de gunoaie reprezintă un permanent pericol de răspîndire a bolilor. Chiar în incinta spitalelor dacă sînt ţinute mai mult timp depozitate, mai ales în timpul verii, constituie un focar de infecţie prin intermediul muştelor şi insectelor ce le vizitează în permanenţă.

Un crematoriu care se pretează la distrugerea acestor feluri de gunoaie este crematoriul din

fig. 8. Crematoriul este într-o fosă de beton. Gura de alimentare *2* este la nivelul terenului. In faţa gurii de alimentare se află platforma *1* unde se aduce gunoiul înainte de încărcare, operaţie care se face prin intermediul bunkerului mobil *3*. Gunoiul introdus în focar cade pe grătarul înclinat *4* unde începe evaporarea umidităţii, încălzirea lui şi începerea arderii. De aici gunoiul cade pe grătarul *5* unde se face arderea. Cenuşa cade pe grătarul plan *6*, iar de aici în spaţiul dedesubt, de unde este evacuată manual.

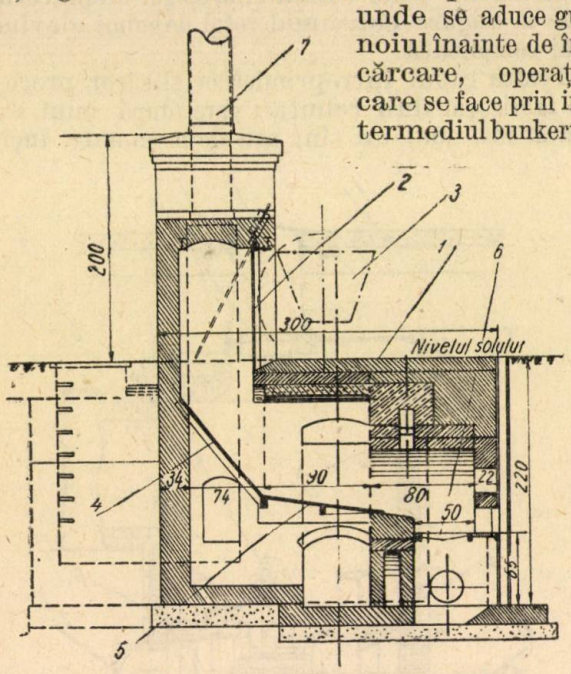


Fig. 8

Gazele de ardere şi fumul sînt evacuate prin coşul 7. Capacitatea unui asemenea crematoriu este de 300 kg în 8 ore, dar în cazul cînd cantităţile ce trebuie distruse sînt mai mari se pot construi două cabine alăturate putînd funcţiona în acelaş timp şi cu un singur coş.

Construcţia acestui crematoriu este destul de simplă şi spaţiul ce îl ocupă este destul de mic, aşa că poate fi utilizat cu uşurinţă la orice spital sau policlinică.

Altă metodă de încinerare a gunoaielor ar fi spre exemplu încineratoar ele mobile montate pe autovehicule care distrug gunoaiele chiar în timpul colectării, adoptate prea puţin deocamdată aşa că nu se cunoaşte deajuns aportul ce îl aduc din punct de vedere economic.

IV. Concluzii

Ţara noastră păşeşte cu paşi repezi spre modernizare. Socialismul ne-a arătat că este posibil să se realizeze multe lucrări în folosul poporului chiar dacă la început sînt necesare investiţii însemnate. Grija faţă de oamenii muncii se simte din ce în ce mai mult. Curăţenia şi frumuseţea oraşelor impune măsuri urgente de rezolvare a problemei gunoaielor. Construirea de crematorii este imperioasă atît pentru cele colectate de la locuinţe, cît şi pentru cele din întreprinderi şi spitale. Exemplele arătate în lucrarea de faţă sînt puse la dispoziţia cadrelor ce vor să studieze această problemă.

Avînd în vedere că acest sistem de distrugere a gunoaielor este la început în ţara noastră se impun două soluţii şi anume : 1)construirea unei instalaţii experimentale în Bucureşti — şi apoi să se extindă la celelalte oraşe din ţară. In acest timp un colectiv pregătit în acest sens să supravegheze — metode de îmbunătăţire. 2) Vizitarea de către un colectiv ales — a instalaţiilor, care sînt în funcţiune în străinătate, pentru culegere de date sub toate aspectele, şi documentare.

In urma acestora să se treacă la proiectarea unei instalaţii adecuate situaţiei din ţara noastră.

Bibliografie

Gusev L. M. : Procedee raţionale pentru colectarea şi evacurea gunoaielor menajere.

Spisnov P. A. : Tehnica sanitară, pag. 232—248.

Scokin R. N. : Manual de tehnica sanitară în construcţii civile, pag. 248—250.

Nikitin A. V. : Curăţirea oraşelor de gunoaie menajere.

Salticov E. V. : Depozite sistematizate pentru gunoaie solide, Moscova, 1952.

Espitallier M. G. : Cours raisonné et détaillé du Batiment.

Flasdieck F. H. : Incercări pentru înlăturarea gunoaielor menajere, Gesundheits Ingenieur, 1953.

* * * : Archiv fur Energiewirtschaft, nr. 23/1953, Instalaţia de ars gunoaiele dintr-un oraş mare.

* * * : Engineering, nr. 178/1954, Instalaţie pentru trierea şi încinerarea 30 tone gunoi manipulate în 8 ore de lucru.

* * * : The industrial heating engineer, nr. 16/1954. Un crematoriu modern pentru gunoaie.

Kewis I. V. : Instalaţii (crematorii) pentru arderea gunoaielor, Wastes Engineering, nr. 2/1954.

* * * : Heating and Ventilating, nr. 8/1951, Combaterea mirosului şi prafului în staţiile pentru prelucrarea gunoaielor casnice.

* * * : G.I. nr. 1-2/1949, Instalaţii pentru valorificarea gunoaielor.

Eliassen R. : Mecanizarea crematoriilor de gunoaie cîştigă o popularitate sporită, Civil Engineering, nr.4/1949 pag. 17.

Stone Ralph şi *Gotoos H. B.* : Incineration as a Municipal, waste Dispos al Proces, Wastes engineering, Se wage and industrial, nr. 2/1952.

СЖИГАНИЕ – СРЕДСТВО УНИЧТОЖЕНИЯ МУСОРА

В статье излагается необходимость введения в широком масштабе в нашей стране сжигания мусора, описываются различные типы используемых для этого установок. Не указывается возможное применение полученного тепла для производства электроэнергии, хотя это направление получает все большее значение. Ред.

MÜLLVERBRENNUNG

Es wird die Notwendigkeit der Einführung der Müllverbrennung auch in unserem Lande in einem grösseren Masse hervorgehoben und eine Reihe verschiedener zu diesem Zweck verwendeter Anlagen beschrieben. (Leider ist die Verwendung der in diesen Anlagen erscheinenden Wärme zur Erzeugung von elektrischer Energie nicht behandelt, obwohl diese Frage dauernd an Bedeutung gewinnt).

Pentru o cît mai bună gospodărire a lubrefianţilor utilizaţi la turbine cu abur

I. TAINA

La centralele electrice de mare putere, cît şi la intreprinderile mici, un rol principal în buna funcţionare a exploatării îl prezintă controlul lubrefianţilor în funcţiune şi păstrarea în cele mai bune condiţii a celor aflaţi în depozit, pentru eventuale înlocuirii sau completării curente.

Turbinele cu abur direct cuplate, cu o viteză peste 3 000 rot/min cu presiune la pompa de ulei peste 2 at utilizează ca lubrefiant uleiul corespunzător din grupa uleiurilor cu intrebuinţări speciale, denumit ulei Tb. 5005. Acest ulei îndeplineşte funcţia de mediu de lubrefiere şi de răcire a lagărelor turbinelor. El are desigur o limită de funcţionare care va fi atinsă cînd una din caracteristicile fizico-chimice importante depăşeşte normele admise.

Este important de ţinut seamă că timpul după care se atinge limita de funcţionare a uleiului la o turbină cu abur, va fi mult mai mic în cazul unei supravegheri insuficiente, dar poate fi prelungit considerabil cînd gospodărirea şi controlul sectorului lubrefianţilor se face conştiincios.

Intr-una din intreprinderile Energotrustului nr. 1 se dă atenţie deosebită acestui control.

Calitatea uleiurilor proaspete este verificată în permanenţă.

Din uleiurile noi se consumă numai după ce laboratorul chimic a eliberat buletinul de analiză.

De asemenea în completările curente ce se fac la turbine, se urmăreşte folosirea de uleiuri cu caracteristici fizico-chimice cît mai apropiate de ale uleiului în funcţiune. Acest fapt face ca amestecul să se comporte mai bine, iar formările de depozite atît în circuit cît şi în rezervor scad considerabil.

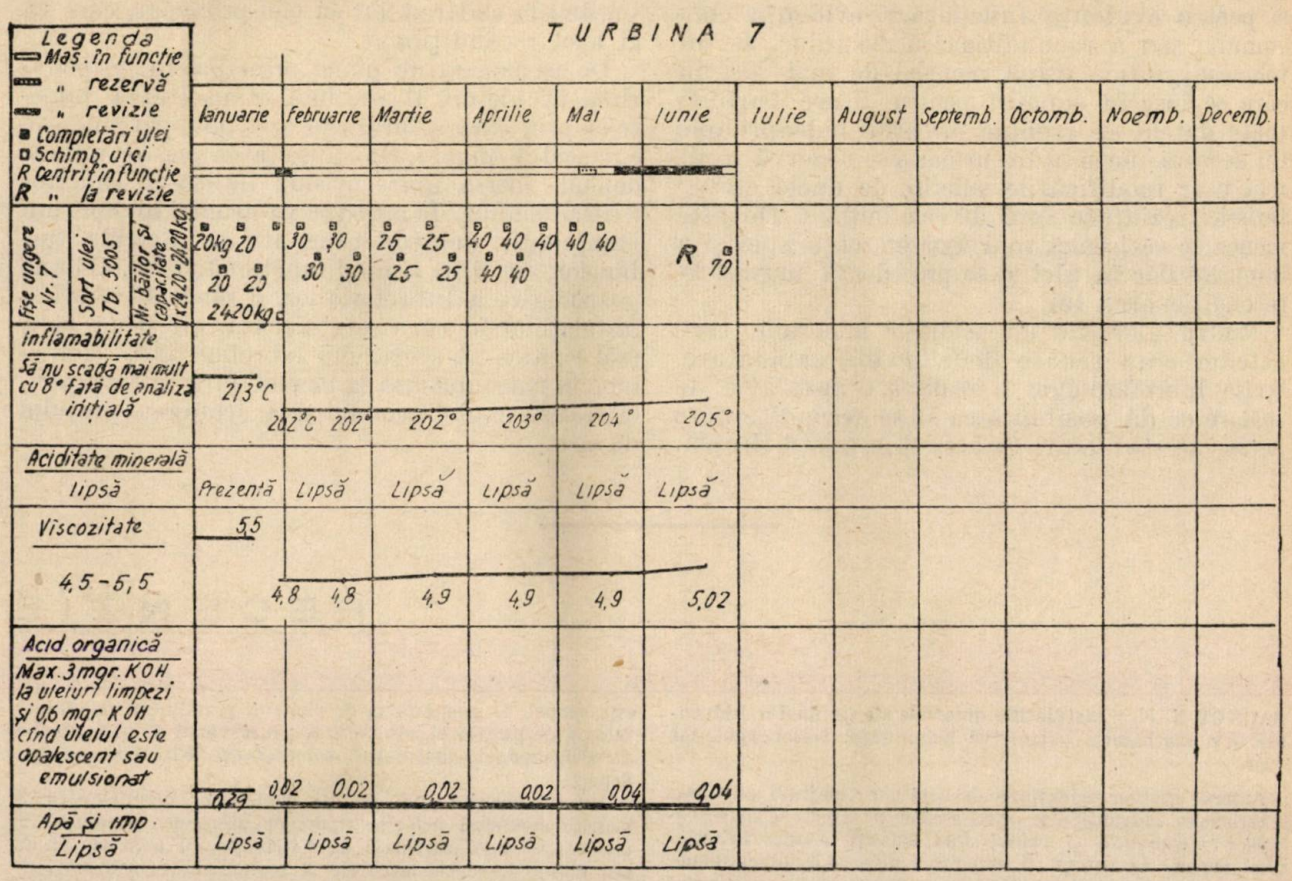


Fig. 1

Pentru o mai bună funcționare a turbinelor cu abur, în afară de controlul și înregistrarea temperaturii lagărelor a temperaturii răcitoarelor și presiunii la pompă, se ia cîte o probă de ulei în eprubete de la toate turbinele în funcțiune. Probele se iau odată la 8 ore și servesc la controlul vizual care indică starea uleiului între două analize de laborator.

In cazul cînd, la analiza vizuală, uleiul prezintă impurități mecanice sau apă, se iau măsuri urgente de purificare și se fac după caz analize de laborator suplimentare.

Normal la uleiurile în funcțiune se fac analize de laborator odată pe lună, iar pentru urmărirea atît a caracteristicilor fizico-chimice cît și pentru evidența funcționării, evidența consumului sau a recondiționării uleiurilor, se întocmesc grafice după modelul de mai jos, în care se înscriu separat pentru ficare turbină toate datele ce trebuie urmărite îndeaproape. Cu această metodă de urmărie se observă mult mai ușor modificările suferite de unele caracteristici rezultate față de cele inițiale. De asemenea se sezisează mai ușor prezența apei și a impurităților în ulei și se procedează urgent la recondiționarea lui.

Pentru uleiurile cu aciditate minerală, care anterior erau scoase definitiv din exploatare, secția lubrefianților a realizat o instalație de spălare ce dă posibilitatea să se recondiționeze perfect aceste uleiuri. Cu această instalație simplă, ce constă din două rezervoare suprapuse în care se spală uleiul acid, prin contracurent cu apă condensată, s-au recondiționat peste 5 000 kg ulei Tb 5005 realizîndu-se economii de circa 70 000 lei.

In afară de urmărirea și păstrarea în cele mai bune condiții a lubrefianților, este necesar totodată să se dea o deosebită atenție și instalațiilor de conservare. Desigur că un ulei bun turnat într-un rezervor necurățit, ce conține depozite provenite din uleiuri vechi necorespunzătoare, se va degrada într-un timp scurt.

Este necesar ca la orice schimbare de ulei, după curățirea rezidurilor din rezervoare, din răcitoarele de ulei și condute, să se procedeze imediat la clătirea lor cu ulei proaspăt, care va fi apoi recondiționat.

De asemenea, un punct principal în gospodărirea de uleiuri îl prezintă etanșeitatea punctelor prin care aburul sau apa pot pătrunde în circuitul de ungere. De etanșeitatea acestor puncte depinde într-o mare măsură limita de funcționare a uleiului, de aceea se va urmări în continu etanșeitatea acestor locuri atît la reviziile turbinelor, cît și în timpul funcționării lor. O bună gospodărire a lubrefianților, o perfectă stare a instalațiilor în care se utilizează, cît și un control riguros al sectorului lubrefianților, contribuie în mare măsură la mersul fără întreruperi, la realizarea de ecoomii și la scăderea prețului de cost.

RECENZIE

BARKOV N. K.: Instalațiile automate ale turbinelor hidraulice. Avtomaticeskie ustroistva hidroturbin. Gosenergoizdat 1954.

Autorul expune principiile de bază ale reglajului automat a turbinelor hidraulice în mod amănunțit construcția instalațiilor de comandă și reglaj dînd indicații asupra funcționării punerii la punct și reparației diverselor mecanisme. Lucrarea a devenit actuală în urma directivelor Congresului al XIX-lea al Partidului Comunist U.R.S.S., prin care se prevedea trecerea, în al cincilea plan cincinal al Uniunii Sovietice, la automatizarea procesului de producție a energiei electrice, în special în uzinele raionale.

Volumul poate fi împărțit în două părți prima cuprinzînd partea descriptivă a regulatoarelor și comenzilor iar a doua date asupra funcționării acestora.

La început autorul se ocupă de noțiunile de bază ale regulatoarelor de viteză stabilind schemele de principiu ale regulatoarelor: cu acțiune directă, cu acțiune indirectă simple, cu acțiune indirectă izodrome. Se analizează de asemenea schema regulatoarelor de viteză și accelerație.

In capitolul al doilea autorul se ocupă de cîteva tipuri de regulatoare anume: regulatoare de tip curent și regulatoare cu hidrofor. In partea a doua a capitolului el analizează reglajul dublu al turbinelor cu palete rotative (Kaplan), al turbinelor de înaltă presiune și al turbinelor cu cupe (Pelton) și trece apoi la schemele de așezare ale instalațiilor de reglaj ale diferitelor tipuri de turbine.

In capitolele următoare se trece la descrierea cîtorva tipuri de regulatoare: regulatorul de tip curent, seria D, regulatorul cu hidrofor seria V. K-E pentru turbine mici și mijlocii și regulatorul de mare putere tip U.K. Un loc important este ocupat de gospodăria de ulei sub presiune a regulatoarelor și de părțile ei componente: rezervorul de ulei, pompa de ulei, supapele instalației, compresorul, filtrul și așa mai departe.

Autorul acordă apoi atenție deosebită pendulelor tahometrice analizînd diferite tipuri de asemenea pendule. El mai descrie apoi sertarele de distribuție cu acțiune simplă sau multiplă, servomotoarele și mecanismele izodrome.

După regulatoare se trece la studiul automatizării comenzilor turbinei hidraulice. Manevrele care sînt studiate mai amănunțit sînt pornirea și oprirea automată a agregatelor și comanda hidraulică la distanță. După descrierea mecanismelor de comandă hidraulică sertarul, vane și supape telecomandate, autorul trece la studiul amănunțit al funcționării automate ca compensator sincron în diferite situații ale nivelului biefului aval.

In capitolul VI se dau date sumare asupra caracteristicilor de bază ale sistemelor de reglaj, principii de alegere a regulatoarelor și gospodăriei de ulei. Se analizează pe scurt problema loviturii de berbec și se indică posibilitățile de micșorare a acestora printr-o alegere judicioasă a regulatoarelor.

In capitolul următor se studiază montajul și punerea la punct a mecanismelor de comandă și reglaj a turbinelor. Se dau, de asemenea, date asupra funcționării regulatoarelor: oscilații ale sistemului de reglaj, lucrul în paralel al agregatelor, reglajul timpului de pornire și oprire, reglajul la creșterea și scăderea sarcinii. In ultima parte a capitolului se analizează punerea la punct a principalelor mecanisme a regulatoarelor.

Un capitol special se ocupă de defectele sistemelor de comandă şi reglaj pe care autorul le împarte în trei categorii :

— defecte ale mecanismelor părţii automate a regulatoarelor ;

— defecte ale reglajului automat ;

— defecte ale gospodăriei de ulei.

In această parte autorul trece în revistă diferitele oscilaţii care pot lua naştere : oscilaţii în încărcarea agregatelor şi oscilaţia presiunii în camera spirală. De asemenea el mai analizează şi urmările unei lipse de sensibilitate a regulatoarelor şi a unei funcţionări întîrziate.

Ultimul capitol al volumului se ocupă de exploatarea, revizia şi repararea mecanismelor de comandă şi reglaj, dîndu-se date asupra operaţiilor necesare pentru părţile componente principale ale regulatoarelor şi gospodăriei de ulei.

Lucrarea este de nivel mediu, adresîndu-se personalului de întreţinere şi montaj a uzinelor hidroelectrice. In consecinţă ea nu cuprinde date necesare calculului şi proiectării elementelor componente ale regulatoarelor. Descrierile părţilor componente şi funcţionării regulatoarelor pot fi însă desosebit de utile la operaţiile de montaj şi exploatare. Astfel lucrarea îşi îndeplineşte scopul propus.

Ing. A.F.

*** ; **Instrucţiuni pentru utilizarea aluminiului în instalaţiile electrice de curenţi tari**, Ediţia II, EES, 1955.

Utilizarea aluminiului în instalaţiile electrice se face pe o scară din ce în ce mai întinsă, pe de o parte din cauza lipsei de cupru, iar pe de altă parte din cauza calităţilor aluminiului, care îl fac apt a fi folosit în instalaţii.

Reglementarea folosirii aluminiului în instalaţiile electrice este fixată prin HCM 1822/iunie 1953 şi de instrucţiunile respective întocmite pe baza articolului 16 din acest HCM.

O primă ediţie a instrucţiunilor a apărut în 1953. Intre timp, ţinînd seama de posibilităţile de utilizare a aluminiului în instalaţiile electrice, folosindu-se şi documentaţia recentă sovietică din 1954, a fost necesar să se scoată o nouă ediţie — ediţia II — în 1955. In această a doua ediţie, domeniul de utilizare al aluminiului şi cuprului în instalaţiile electrice a fost schimbat faţă de prima ediţie, fiind completat şi cu partea referitoare la liniile electrice aeriene.

Instrucţiunile de mai sus sînt aprobate de Ministerul Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice şi de Ministerul Construcţiilor. Ele au intrat în vigoare începînd de la 25 iulie 1955.

Lucrarea are două părţi :

In partea întîia — *utilizarea aluminiului în instalaţiile electrice de curenţi tari*, la cap. I se indică unde trebuie utilizat aluminiul şi unde acesta nu poate înlocui cuprul. Se arată alegerea materialului conductor pentru cablurile electrice, pentru bare, pentru linii electrice aeriene precum şi pentru instalaţiile electrice interioare. La toate aceste categorii, faţă de prima ediţie, se observă o extindere masivă a utilizării aluminiului, în acelaşi timp restrîngîndu-se folosirea cuprului în instalaţiile electrice. Partea referitoare la linii electrice a fost introdusă în plus faţă de ediţia I, pentru a se putea răspunde numeroaselor întrebări asupra alegerii materialului pentru liniile electrice. Cap. I constituie un îndrumar preţios pentru toţi proiectanţii de instalaţii electrice, care trebuie să facă alegerea materialelor după această instrucţiune de ordin republican.

In Cap. II se arată alegerea diametrului tuburilor din instalaţiile electrice cu conductorul de aluminiu, deoarece STAS 1445-50 se referă numai la conductorii de cupru.

In partea a doua : *executarea, montarea şi întreţinerea instalaţiilor electrice interioare cu conductori din aluminiu, izolaţi*, Cap. III — Cap. IX, se dau o serie de indicaţii referitoare la modul de lucru cu conductorii de aluminiu, acest conductor avînd nevoie de a fi tratat în mod deosebit faţă de conductorul de cupru. Indicaţiile ce se dau sînt importante, deoarece se arată măsurile ce trebuie luate pentru folosirea conductorilor.

In Cap. III pe lîngă generalităţi se dau date asupra calităţilor fizice şi chimice ale aluminiului, coroziunii, deformării, etc. Cap. IV arată regulile de inmagazinare şi manevrare pentru conductorii de aluminiu izolaţi.

In capitolele V—VI se dau indicaţii pentru montare, alegerea materialului de instalaţie, aşezarea tuburilor, introducerea conductorilor, montarea aparentă şi legarea conductorilor.

In cap. VII se indică clemele şi dispozitivele pentru efectuarea ramificaţiilor. O condiţie importantă la folosirea conductorilor de aluminiu este că legăturile nu mai pot fi făcute ca la conductorii de cupru, adică cu cleme prin strîngere directă. O clemă cu strîngere directă ca pentru cupru, face ca aluminiul să se deformeze sub presiune, să nu mai facă un contact bun — şi pînă la sfîrşit să se ajungă la distrugerea conductorului. De aceea, toate clemele folosite trebuie să fie cu strîngere elastică, care pe măsură ce conductorul se deformează, să menţină totuşi contactul. Aceasta este valabil, atît pentru clemele de legătură (în doze) cît şi pentru legăturile la aparate (întreruptoare, comutatoare, prize, etc.). In acest capitol se indică o serie de cleme care pot fi folosite pentru conductorii de aluminiu (cleme capsule, cleme prin răsucire, etc.). In contact cu cuprul, aluminiul suferă o coroziune electrolitică, mai ales în medii umede ; din această cauză nu se pot face legături directe între aceste două metale. Este necesară interpunerea unor piese de la Cu la Al (piese de cupal) care de asemenea sînt indicate în acest capitol (mufe, rondele, papuci, etc.).

In cap. VIII se indică sculele recomandate a fi folosite pentru conductorii de aluminiu, iar în cap. IX — reguli de montaj.

Instrucţiunile de mai sus se adresează proiectanţilor şi executanţilor de instalaţii electrice precum şi întreprinderilor electrotehnice care au de fabricat piesele necesare pentru legarea conductorilor de aluminiu. De asemenea întreprinderile furnizoare de energie electrică vor găsi date folositoare pentru verificarea instalaţiilor electrice.

Ing. D. I.

*** : **Normativ privind instalaţiile electrice (de utilizare) pînă la 1 000 V, la construcţiile civile şi industriale.**

Proiectarea şi executarea instalaţiilor electrice pînă la 1 000 V s-a făcut după o prescripţie oficială la noi în ţară, după lucrarea „Reglementarea executării, întreţinerii şi exploatării instalaţiilor de distribuire şi utilizare a energiei electrice" întocmită de MEEIE, şi publicată în Buletinul Oficial nr. 81 din 16 dec. 1949.

Intre timp această lucrare a fost cu mult depăşită, atît în ceea ce priveşte volumul indicaţiilor date, cît şi conţinutul tehnic, faţă de noile cerinţe. Din această cauză, MEEIE a întocmit „Normativul privind instalaţiile electrice de utilizare, pînă la 1 000 V, la construcţiile civile şi industriale" care era aşteptat cu mult interes de proiectanţii cît şi de executanţii de instalaţii electrice.

Acest normativ a stîrnit un mare interes, prima ediţie de 3 000 exemplare epuizîndu-se în numai 2 săptămîni ; din această cauză, la interval de 3 luni de la prima ediţie, s-a scos o nouă ediţie, cu un tiraj de 8 000 exemplare aşa fel încît să se poată acoperi cererile.

Normativul a fost aprobat de Comitetul de Stat pentru Arhitectură şi Construcţii şi a apărut în editura ESAC.

Cuprinsul normativului este împărţit în cinci părţi.

In partea întîia — generalităţi se arată în cele trei capitole domeniul de aplicare al normativului, se dau definiţiile necesare asupra diferitelor feluri de instalaţii şi se precizează noţiunile de prescripţie obligatorie sau de recomandare, ce se face în textul normativului. In capitolul III se face o clasificare a încăperilor, atît după natura lor cît şi după destinaţia lor, precizîndu-se pentru prima dată aceste noţiuni, atît de necesare la proiectare, deoarece în funcţie de categorie se aleg materialele de instalaţie adecvate mediului respectiv.

In partea doua — materiale — se dau în primul rînd o serie de definiţii pentru conductori, arătîndu-se şi corespondenţa între diferitele denumiri pentru acelaşi material, după ţara de origină, corespondenţă necesară la transpunerea proiectelor executate în străinătate, pe materiale indigene. O serie de tabele arată încărcările maxime admisibile pentru conductorii de cupru sau de aluminiu, în diferite execuţii sau montaje — precum şi valorile maxime ale curenţilor nominali ai fuzibilelor, atît pentru instalaţiile de iluminat, cît şi de forţă.

La partea de cabluri electrice şi bare, se dau de asemenea încărcările maxime admisibile pentru diferitele feluri de cabluri (cu izolaţie de cauciuc, de hîrtie, cu conductori de cupru sau de aluminiu) precum şi o serie întreagă de coeficienţi de corecţie pentru temperatură, aşezări în aer sau pămînt, aşezări în şanţ etc. La bare, încercările maxime

admisibile sînt date în funcție de materialul respectiv și de profilul barei.

In restul părții a doua, se dau caracteristicile pentru cele mai utilizate materiale electrotehnice, precum și indicații asupra folosirii lor (tuburi, siguranțe, întrerupătoare, comutatoare, prize, corpuri de iluminat, tablouri de distribuție etc.).

Indicații importante sînt date în partea de motoare electrice, arătîndu-se alegerea motoarelor în funcție de tensiune și putere, pentru a putea fi legate la rețeaua electrică publică sau rețeaua proprie, așa fel ca să nu producă perturbări, la pornirea lor.

Partea treia — date tehnice de proiectare și execuție a instalațiilor electrice, cuprinde capitolele V—XV inclusiv.

In capitolele V—VIII se precizează modul de racordare a instalațiilor electrice la rețeaua de distribuție, fixarea sarcinii și repartizarea pe circuite, coeficienții de simultaneitate, pierderile admisibile de tensiune — pentru iluminat și forță — precum si secțiunile minime ale conductorilor, ținînd seama de considerațiuni mecanice.

In capitolul IX se dau condițiile generale pentru instalațiile electrice la consumator, tratîndu-se modul de folosire al conductorilor neizolați, înveliți, conductori izolați în cauciuc montați pe izolatoare, instalații în tuburi și instalații aeriene în exterior.

In capitolul X se specifică măsurile de protecție contra tensiunilor accidentale de atingere, măsuri care trebuie luate în toate instalațiile electrice unde ar putea apare un pericol de electrocutare. In primul rînd, după o serie de definiții, se face o clasificare a încăperilor în : încăperi nepericuloase, încăperi periculoase și încăperi foarte periculoase din punct de vedere al tensiunilor accidentale, arătîndu-se totodată măsurile de protecție respectivă pentru fiecare categorie indicată mai sus. Tot în acest capitol se arată, modul de executare al protecției prin diferite metode, insistîndu se asupra celor mai răspîndite — legarea la pămînt sau legarea la nul. O serie de date arată modul de executare al prizelor de pămînt și valorile minime pentru secțiunile conductorilor utilizați la protecție.

Cap. XI. tratează despre instalații de iluminat (general, local, combinat) insistîndu-se asupra iluminatului de siguranță. Se dau precizări de locurile unde trebuie instalat acest fel de iluminat și de modul cum trebuie alimentat în în funcție de încăperile unde este instalat.

Capitolul XII se referă la alegerea materialelor și felul de executare a instalațiilor în diferite feluri de încăperi (uscate, cu praf, umede, cu pericol de explozie etc.) arătîndu-se felul conductorilor, tuburilor și cablurilor de folosit în fiecare fel de încăpere. Acest capitol constituie un prețios ajutor pentru proiectanți, dîndu-le posibilitatea de a alege în mod judicios materialele. La alegerea materialelor se va ține seama și de măsurile restrictive în timpul valabilității lor (exemplu : utilizarea aluminiului, a cablelor armate etc.).

Capitolul XIII se ocupă de instalații electrice în teatre și cinematografe, dîndu-se indicații pentru diferite feluri de iluminat și pentru instalațiile de forță.

Partea a treia se încheie cu indicații asupra instalațiilor de firme și reclame luminoase (cap XIV) și a utilizării semnelor convenționale (Cap. XV).

Partea a patra — se referă la executarea instalațiilor electrice, arătînd în capitolul XVI lucrările pregătitoare necesare la instalațiile electrice, iar în capitolul XVII lucrările de montaj propriu zise (montare de tuburi, conductori, bare, cabluri, tablouri de distribuție, etc.). Partea aceasta este folositoare atît celor ce montează instalațiile, dar și proiectanților, deoarece se indică o serie de date referitoare la așezarea aparatelor, feluri de conducte folosite în instalații mobile, etc.).

Partea a cincea — verificarea si recepționarea instalațiilor electrice la consumator, arată în două capitole XVIII și XIX clasificarea verificărilor, modul de execuție al lor, precum și periodicitatea verificărilor la instalațiile electrice (executate în locuințe, ateliere, localuri de spectacole etc.).

La finele lucrării, la ediția II-a s-a adăugat două anexe care dau diametrele tuburilor pentru instalațiile electrice, în funcție de numărul și secțiunea conductorilor de cupru sau aluminiu.

Normativul se adresează proiectanților, executanților, instalatorilor autorizați, precum și întreprinderilor care fac verificări de instalații electrice cu tensiunea pînă la 1 000 V.

Ing. **D. I.**

Şedinţa Consiliului Central A.S.I.T.

În ziua de **5** *februarie a. c. s-a întrunit şedinţa Consiliului Central al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor, sub preşedenţia tov. Prof. dr. ing.* **Ştefan Bălan**, *membru corespondent al Academiei R.P.R., ministrul Construcţiilor, vice preşedinte al Consiliului Central A.S.I.T.*

În cadrul dezbaterilor s-a analizat şi apreciat activitatea depusă de Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor în cursul anului **1955**, *pentru promovarea progresului tehnic în producţie, în sprijinul îndeplinirii şi depăşirii sarcinilor ultimului an al primului cincinal.*

Lucrările şedinţei au stabilit obiectivele principale şi planul de muncă al asociaţiei pe anul **1956** *din care reies sarcinile ce revin pentru înfăptuirea hotărîrilor celui de al II-lea Congres al P.M.R.*

Tov. Ing. **Oliviu Rusu**, *prim secretar al Consiliului Central A.S.I.T. a prezentat darea de seamă asupra activităţii asociaţiei pe anul* **1955** *şi planul de activitate pe anul* **1956**.

În urma discuţiilor purtate, Consiliul Central a aprobat în unanimitate rapoartele prezentate şi a adoptat Proiectul de Hotărîre al Consiliului Central A.S.I.T. din **5** *februarie* **1956**.

DARE DE SEAMĂ

a Biroului Consiliului Central A.S.I.T. asupra activităţii Asociaţiei în anul 1955 şi a planului de activitate pe anul 1956

Text prescurtat

Asociaţia noastră menită, să contribuie la îndeplinirea obiectivelor planurilor de dezvoltare ale economiei naţionale prin promovarea tehnicii înaintate, cuprinzînd cadrele cele mai calificate de conducători şi organizatori ai producţiei socialiste, trebuie să fie în primele rînduri în lupta pentru traducerea în viaţă a hotărîrilor Congresului Partidului atrăgînd şi ajutînd într-o şi mai mare măsură intelectualitatea tehnică din ţara noastră la rezolvarea importantelor probleme care-i revin în construcţia socialistă. Asociaţia noastră poate face acest lucru mai mult decît în trecut, deoarece în ultimul timp şi mai ales în anul care a trecut, şi-a înmulţit rezultatele, şi-a îmbunătăţit metodele de muncă şi şi-a întărit organizarea.

Activitatea tehnico-ştiinţifică

Bazat pe documentele partidului şi guvernului, planul de muncă pe anul 1955 era destinat să aducă o contribuţie, la ridicarea productivităţii muncii, la scăderea preţului de cost şi îmbunătăţirea calităţii produselor pe baza folosirii rezervelor interne ale producţiei.

Pe baza planului de muncă, a documentelor de partid şi de stat din ţara noastră şi din Uniunea Sovietică, apărute în cursul anului, activitatea asociaţiei a fost îndrumată tot mai accentuat spre introducerea şi folosirea tehnicii noi în producţie, spre organizarea superioară a procesului de producţie, dîndu-se o atenţie deosebită înzestrării industriei şi agriculturii cu utilaj nou, perfecţionat, produs în ţară, folosirii şi modernizării celui existent, pentru obţinerea de indici superiori.

Un rol important revenea în această direcţie secţiei construcţii de maşini (preşedinte ing. I. Grosu), care singură sau în colaborare cu alte secţii a pus în dezbatere în consfătuiri problema îmbunătăţirii calităţii maşinilor unelte fabricate în ţară (la Oradea); măsuri pentru modernizarea secerătorilor-legători aflate în funcţie (la Bucureşti), ş. a. De asemenea secţia electricitate (preşedinte prof. ing. Martin Bercovici), a dezbătut probleme privind utilizarea maşinilor sincrone sau asincrone sincronizate în acţionările din unele ramuri industriale: mecanizarea lucrărilor la pozarea cablurilor, fabricarea de grupuri electrogene necesare electrificării rurale etc. Secţia industrie alimentară (preşedinte prof. D. Moţoc) a dezbătut propuneri înaintate apoi Ministerul Industriei Alimentare şi Comitetului de Stat al Planificării privind organizarea reţelei frigotehnice pentru produse alimentare în R.P.R., atît în general cît şi în detalii, (transporturile frigorifere, fabricarea gheţei uscate), propuneri cu privire la mărirea randamentului ambarcaţiunilor şi uneltelor folosite în pescuitul nostru marin ş. a.

În conformitate cu planul de activitate, unele secţii de specialitate ale Consiliului Central s-au preocupat de organizarea mai bună a producţiei în unele întreprinderi, trimiţînd comisii care au studiat la faţa locului problemele şi au formulat propuneri dezbătute apoi cu colectivele din întreprinderi. Aşa a procedat secţia construcţii de maşini la fabrica Tudor Vladimirescu şi secţia metalurgie la Combinatul Metalurgic Reşiţa.

Orientarea activităţii tehnico-ştiinţifice către problemele introducerii tehnicii noi şi organizării ştiinţifice a producţiei, răspundea preocupărilor membrilor asociaţiei, drept care ei au participat la rezolvarea lor; aceasta a avut ca urmare îmbunătăţirea activităţii tehnico-ştiinţifice a numeroase filiale A.S.I.T. care au devenit promotori ai organizării superioare a producţiei în industrie. Astfel, filiala Stalin (preşedinte dr. S. Crişan), la îndemnul Comitetului Regional de Partid, cu ajutorul unor comisii formate din specialişti de la Institutul de Mecanică şi uzinele „Ernest Thallman", a analizat întregul proces tehnologic de la 11 întreprinderi metalurgice din regiune; cu acest prilej au fost stabilite şi discutate într-o consfătuire regională măsuri pentru folosirea optimă a maşinilor şi utilajelor şi pentru introducerea de procedee noi de lucru în funcţie de specificul întreprinderilor. Această acţiune a avut un puternic ecou în întreprinderi determinînd şi întreprinderile textile din regiune să ceară sprijinul filialei; după acest exemplu şi alte filiale din ţară au întreprins acţiuni similare.

Astfel datorită secţiei industriei uşoară (preşedinte ing. S. Rădulescu) a filialei Bucureşti şi ICTPC, s-a reuşit să se mărească în trim. II cu 6% turaţia la circa 400 războaie de ţesut, număr care pînă la sfîrşitul anului a sporit cu 120. La Ploieşti secţia petrol (preşedinte ing. Lupu P.) a pus la punct procedeul de combatere a coroziunii la pompele de extracţie a ţiţeiului, care, experimentat la una din sondele cele mai agresive din schela Boldeşti, a dus la prelungirea duratei de funcţionare a pompelor cu 150—300%, ceea ce a determinat extinderea lui, cu bune rezultate, în mai multe şantiere.

Odată cu promovarea metodelor înaintate, comitetele secţiilor de specialitate ale unor filiale au dat un ajutor concret întreprinderilor care aveau greutăţi pentru organizarea mai bună a producţiei. Astfel, secţia construcţii a filialei Bucureşti (preşedinte ing. Gyaly Zoltan) a ajutat timp de trei luni întreprinderea de prefabricate „Progresul" să stabilească şi să aplice unele măsuri tehnico-organizatorice, care au dus la depăşirea planului de producţie, care pînă atunci nu era realizat decît în proporţie de 70—80%.

Rezolvarea problemelor tehnico-ştiinţifice ale întreprinderilor intră însă în măsură din ce în ce mai mare în preocupările cercurilor A.S.I.T., dintre care tot mai numeroase sînt cele care au obţinut rezultate pozitive.

Creşterea activităţii tehnico-ştiinţifice în anul 1955 faţă de 1954 este arătată de unele cifre. Secţiile de specialitate a Consiliului Central au organizat 34 consfătuiri (23 în 1954); 13 şedinţe de referate şi comunicări (nici una în 1954); 20 studii ale activităţii unor întreprinderi, 10 schimburi de experienţă în problemele organizării producţiei etc. Secţiile

de specialitate ale filialelor au întocmit 629 studii, au organizat 234 consfătuiri și 329 schimburi de experiență. La aceasta se mai adaugă nenumărate acțiuni duse de cercurile A.S.I.T.

Mai mult decît în trecut, activitatea asociației noastre s-a orientat tot mai accentuat în spre stabilirea de soluții aplicabile imediat problemelor ridicate de introducerea tehnicii noi și organizarea producției în scopul ridicării productivității muncii și reducerii prețului de cost. Găsind astfel de soluții, colectivele asociației au simțit și interesul de a urmări aplicarea în practică a concluziilor. In cursul acestui an, înafară de rezoluții ale consfătuirilor, s-au înaintat organelor de conducere de stat și alte documente, prezentînd situația în anumite domenii și propunînd luarea de măsuri. Prezentarea de propuneri organelor interesate trebuie să fie în viitor etapa de încheiere a tuturor studiilor și primul pas ce se face pentru aplicarea lor în practică.

In acest an a fost simțită o creștere calitativă a întregii activități, ca urmare a atragerii în muncă a unui număr mai mare de cadre valoroase. Răspunzînd problemelor care frămîntă pe ingineri și tehnicieni, de activitatea asociației s-au simțit atrași specialiști capabili să propună soluțiile cele mai corespunzătoare. Astfel în cadrul asociației își dau aportul oameni de știință — academicieni și membri corespondenți ai Academiei — profesori de la institutele politehnice din București, Iași, Cluj, Timișoara, Institutul de Mecanică Orașul Stalin și alți specialiști din institute de cercetări și proiectări ca și inginerii și tehnicienii cei mai buni din industrie și agricultură, care conduc colective sau întocmesc lucrări în cadrul lor.

Rezultatele mai bune se datoresc și faptului că metodele de muncă în asociație s-au îmbunătățit. Consfătuirile în special s-au dovedit că dau posibilitatea celei mai bune rezolvări a problemelor, ele reușind să asigure participarea specialiștilor atît în domeniul cercetării cît și din domeniul activității practice. Experiența cîștigată a îmbunătățit mult forma în care se desfășoară ; ele sînt mai bine pregătite, multe referate sînt cunoscute dinainte, iar lucrările au început a fi publicate. S-au dovedit utile pentru desfășurarea consfătuirilor, vizitele în întreprinderile de specialitate, organizarea de expoziții, prezentarea de filme, etc. Pe lîngă consfătuirile cu caracter larg s-au organizat desbateri ale unor probleme în cadrul mai restrîns de specialiști.

Merită a fi relevată în acest sens consfătuirea „Căile pentru realizarea programului de construcții agrozootehnice" organizată de secția de construcții (președinte ing. M. Țigoiu), Unele din referatele prezentate fuseseră desbătute anterior în consfătuiri restrînse ; referatele au pus în dezbatere proiecte și lucrări executate, cunoscute de participanți, expuse într-o expoziție organizată cu concursul C.S.A.C. In aceste condiții consfătuirea la care au participat circa 300 ingineri și tehnicieni a putut trage concluzii corespunzătoare privind îndeplinirea programului de construcții în agricultură.

In activitatea tehnico-științifică a asociației s-au resimțit însă unele lipsuri și deficiențe importante. Astfel, deși ramurile economiei menite să se dezvolte cel mai mult în viitor sînt industria chimică și industria petrolului, activitatea secțiilor respective ale Consiliului Central a fost necorespunzătoare. Deși secția petrol (președinte prof. Gh. Constantinescu) se putea bizui pe activitatea organizată a colectivelor din filiala Ploiești, ea s-a limitat la colectivul din București, care a răspuns în mică măsură chemărilor punînd secția în situația de a nu-și îndeplini planul de muncă. Astfel, consfătuirile programate a dezbate reducerea prețului de cost în foraj și extracție nu au putut fi organizate, deși ele trebuiau să pună în discuție probleme importante tehnico-economice ridicate de ingineri și tehnicieni în consfătuirile anterioare.

Dintre numeroasele comisii ale secției chimie, o activitate cu rezultate bune a dus numai comisia pentru problemele îngrășămintelor, care a organizat o consfătuire și a întocmit un studiu ; deși și alte comisii s-au întrunit, activitatea lor nu a fost dusă pînă la stadiul încheierii concluziilor, cum s-au întîmplat cu dezbaterile asupra fabricării oxidului de magneziu, care s-au purtat numai asupra unei părți din procedeele folosite. Au fost neglijate de secție unele probleme importante ale întreprinderilor, ca reducerea consumurilor specifice la unele materii prime sau auxiliare, la care consumurile întrec indicii care se obțin în străinătate, arătînd o slabă preocupare a secției pentru problemele concrete ale producției.

Este cunoscut că deși gradul de înzestrare al întreprinderilor cu mașini și agregate a crescut substanțial în decursul cincinalului, productivitatea muncii nu a atins nivelul corespunzător planificat. Congresul Partidului a accentuat că ridicarea productivității este sarcina esențială și că ea trebuie obținută în primul rînd pe calea folosirii mai bune a tehnicii existente : importanța acestui lucru nu trebuia să scape comitetelor secțiilor de specialitate. In consfătuirea unională cu lucrătorii din industrie, tov. Bulganin arată că introducerea tehnicii noi trebuie să țină seama de interesele economice ale statului : soluțiile tehnice propuse trebuie să fie bine motivate din punct de vedere economic. Avînd în vedere aceste cerințe trebuie să ne îndreptăm mai mult atenția către modernizarea utilajelor existente și alte soluții asemănătoare mai puțin costisitoare decît investițiile, ele fiind aplicabile de multe ori imediat.

In general, însă, în dezbaterile noastre a lipsit analizarea problemelor sub aspectul economic. Numai în puține consfătuiri, cum a fost cea privitoare la ridicarea producției și îmbunătățirea calității îngrășămintelor azotoase, s-au dezbătut și urmările economice ale procedeelor propuse. Majoritatea temelor privind aspectele economice ale producției prevăzute în planurile de muncă ale secțiilor de specialitate, în special problemele reducerii prețului de cost, au fost neglijate ceea ce arată că problemele sînt privite parțial, numai sub aspectul tehnico-științific rupt de aspectul economic cu care alcătuiește o unitate dialectică.

Congresul Partidului a dat reducerii prețului de cost o mare importanță, socotind-o o problemă centrală a organizării producției, fără care nu se poate realiza progresul în economia națională. Este necesar ca în viitor să dăm o atenție mult mai mare problemelor economice și în special reducerii prețului de cost pentru ca propunerile noastre să fie și mai folositoare economiei naționale.

De mare importanță pentru ridicarea productivității muncii și reducerea prețului de cost este extinderea experienței colectivelor fruntașe și a metodelor înaintate de organizare a producției pe care ele le aplică. Bine s-a orientat secția electricitate a Consiliului Central A.S.I.T., care în scopul ridicării productivității muncii în întreprinderile electrotehnice, a studiat sistemul de lucru pe bandă la întreprinderile de confecții și le-a propus pentru aplicare în unele întreprinderi electrotehnice. De asemenea secția mine care a pus în discuție utilizarea mecanizării în minele de lignit ; studierea metodelor colectivelor fruntașe, generalizarea lor științifică, promovarea acestor metode, trebuie să constituie o preocupare esențială pentru asociația noastră. Din „păcate", multe secții de specialitate uită acest lucru și se silesc să găsească soluții noi care abia apoi să fie verificate în practică, neglijînd soluțiile aplicate în întreprinderile fruntașe. In felul acesta se uită că aportul specific asociației noastre în progresul tehnicii producției stă în primul rînd în generalizarea științifică a practicii industriale.

Ridicarea nivelului științific al membrilor A.S.I.T

Și în anul 1955, perfecționarea cadrelor a fost obiectivul principal al publicațiilor. Revistele Tehnice au apărut cu regularitate, lunar, în tot cursul anului 1955. Au fost tipărite 6 240 pagini de tipar. In redacție, pînă la 31 decembrie 1955 au intrat 1 492 articole, din care au fost publicate 1 050. Față de anul 1954, se observă o creștere a colaborărilor cu peste 500 articole, datorită în mare parte sporirii numărului articolelor sosite din diferite centre industriale, ale căror procent a crescut la 34 %, față de 22 % în 1954. Gazeta Tehnica Nouă a apărut cu regularitate în 24 numere, cu un tiraj de 30 000 exemplare, publicînd 720 articole și inovații. Spre deosebire de trecut, publicațiile cu început să găsească forme mai variate de a prezenta tehnica nouă. Dacă în trecut cea mai mare parte dintre articole erau articole monografice, dezvoltate, în anul 1955 s-au publicat articolele mai scurte, mai vii, atacînd probleme mai restrînse ale producției cu concluzii pentru practică.

Dacă nivelul publicațiilor noastre s-a îmbunătățit în același timp în cursul anului 1955 s-au luat măsuri pentru îmbunătățirea difuzării lor, care se făcea cu totul nesatisfăcător de centrul de difuzare a presei. In primele trimestre ale anului 1955, cu aparatul asociației s-a dus o acțiune sistematică pentru sporirea numărului de abonamente, ajungîndu-se la dublarea lui. Incepînd cu trimestrul IV al anului 1955 a fost organizat un serviciu de difuzare a publicațiilor.

Revistele A.S.I.T. s-au dovedit în același timp un bun mijloc de a populariza realizările din țara noastră și a activității celor mai buni tehnicieni de la noi; tot mai numeroase sînt articolele recenzate în Uniunea Sovietică, în țările de democrație populară sau în occident. Prin aplicarea în practică a numeroaselor concluzii ale articolelor, s-a arătat că publicațiile A.S.I.T. influențează activitatea tehnico-inginerească. Aceasta impune o responsabilitate sporită tuturor celor care se ocupă de editarea revistelor tehnice, o mai mare seriozitate și spirit științific în tratarea problemelor.

Revistele A.S.I.T. contribuie la îndeplinirea acelorași obiective pe care le urmăresc și celelalte secțiuni ale asociației, de aceea materialele publicate trebuie să facă o mai mare propagandă tehnicii noi, să folosească în acest scop forme multiple și variate, să pregătească și să tragă concluzii folositoare pentru practică, verificate de experiența înaintată, de pe pozițiile intereselor economice ale statului. Pentru aceasta trebuie să se dea o mai mare atenție aspectului economic al problemelor, care încă la multe reviste este subapreciat.

Pe lîngă tratarea atentă a realizărilor tehnicii înaintate revistele trebuie în mai mare măsură să stimuleze lupta de opinii în rezolvarea problemelor economiei naționale și să organizeze discuții sistematice pentru a primi sugestii și soluții din partea cititorilor. In același timp, este necesar să se ia o poziție hotărîtă de combatere a concepțiilor și metodelor necorespunzătoare ale unor ingineri sau tehnicieni, criticîndu-se ceea ce este vechi și înapoiat în organizarea producției socialiste, în tehnică și științele tehnice în țara noastră.

In anul 1955 prin apariția volumului VII, ultimul al primei ediții a Lexiconului Tehnic Romîn, a fost încheiată după o muncă neîntreruptă de 8 ani, cea mai importantă lucrare tehnico-științifică a asociației, adresată inginerilor și tehnicienilor. Rezultat al unui mare efort colectiv, Lexiconul Tehnic Romîn este o contribuție deosebită adusă sistematizării, unificării și fixării termenilor tehnici și științifici din limba noastră. In detaliu cea mai mare parte a termenilor constituie nu numai simple definiții, ci o prezentare originală, concentrată a cunoștințelor referitoare la noțiunile respective. Lexiconul Tehnic Romîn are și slăbiciuni mai ales în primele volume; unele din erori au fost corectate la ultimul volum, în supliment; ele vor fi lichidate în ediția II-a la elaborarea căruia s-a trecut.

Apreciind înalta valoare a acestei lucrări, colectivul de conducere format din prof. R. Rădulet, prof. Ștefan Bălan-vicepreședinte al A.S.I.T., Ing. Carol Neuman — membru al Consiliului Central și prof. Radu Țițeica, i s-a atribuit de Consiliul de Miniștri al R.P.R. premiul de Stat Cl. I. Felicităm cu acest prilej întregul colectiv al Lexiconului Tehnic Romîn și îi urăm noi succese în elaborarea ediției a II-a.

In cursul anului 1955 Biroul Consiliului Central a analizat problema ridicării nivelului inginerilor. Sezisînd necesitatea ca inginerii să fie ținuți în curent cu progresul tehnicii pentru a fi în măsură să conducă producția socialistă pe linia dezvoltării ei continue, examinînd experiența cîștigată în acest domeniu în U.R.S.S. și în țările de democrație populară s-a ajuns la concluzia că este necesară organizarea unui sistem care să cuprindă treptat pe toți inginerii din producție în scopul de a le asigura o bază științifică pentru însușirea celor mai noi realizări ale tehnicii.

Filialele au acordat în acest an o importanță sporită pregătirii membrilor Asociației în domeniul economic, determinate mai ales de acțiunea pentru realizarea de acumulări socialiste peste plan, organizînd conferințe și consfătuiri asupra prețului de cost, folosirii rezervelor interne ale producției, acumulărilor bănești ș. a. In total, fără a socoti conferințele ținute în cercurile A.S.I.T. au fost ținute de către secțiile de specialitate și comitetele de filială, un număr de circa 1 100 conferințe cu caracter tehnico-științific sau economic.

O contribuție de seamă au adus unele filiale și numeroase cercuri A.S.I.T. în acțiunea de ridicare a calificării tehnice a maiștrilor. Cercurile, filialele ASIT și secțiile de specialitate sînt datoare să îngrijească de ridicarea pregătirii tehnice a maiștrilor, ajutîndu-i să-și întărească rolul de organizatori direcți ai producției; de asemenea trebuie să acorde o mai mare atenție inginerilor a căror răspundere în organizarea și conducerea producției este hotărîtoare, astfel ca fiecare inginer să aducă contribuția sa la perfecționarea producției și la dezvoltarea întrecerii socialiste.

Organizarea activității

In prezent, la Consiliul Central A.S.I.T. funcționează 11 secții de specialitate, din care majoritatea și-au stabilit o linie în activitate pe care au urmărit-o consecvent. Astfel, o activitate susținută au dus secțiile de electricitate (președinte prof. M. Bercovici), industria alimentară (președinte prof. D. Moțoc), construcții de mașini (președinte prof. I. Grosu), construcții (președinte ing. Țigoiu), secția științelor agricole (președinte ing. Al. Priadcenco) și în ultimul timp secția mine (președinte ing. D. Lubenescu, vicepreședinte D. Antoci) și secția industria ușoară (președinte ing. A. Kun). In țară funcționează 19 comitete de filiale. Desfășoară o bună activitate comitetele filialelor: Stalin, București, Ploiești, Timișoara Iași, Cluj, Constanța, Galați, R.A.M., care coordonează și îndrumează activitatea secțiilor de specialitate și a cercurilor A.S.I.T. Ca urmare a modificărilor raionale administrative, au fost transformate în subfiliale, filialele Arad, și Bîrlad. Pe lîngă cele 19 comitete de filială, activează o bună parte din cele 184 sectii de specialitate organizate. Numărul cercurilor A.S.I.T. a ajuns la 1 231 dintre care 175 în agricultură. Dacă la începutul anului 1955 numărul membrilor era 43 914, la sfîrșitul anului el ajunsese la 50 570, ceea ce reprezintă o creștere totală de 15% (ingineri 18%; tehnicieni 14%; fruntași și inovatori 10%).

Secțiile de specialitate ale comitetelor de filială și-au organizat în acest an mai bine activitatea și și-au stabilit mai bune legături cu cercurile a căror activitate s-a îmbunătățit și datorită sprijinului dat. In acest fel linia Consiliului Central A.S.I.T. de organizare a activității pe specialitate a fost verificată de practică. Ca urmare a experienței organizatorice cîștigate, Biroul Consiliului Central a întocmit și difuzat filialelor un material asupra regulilor de urmat în organizarea activității A.S.I.T.

Cercurile A.S.I.T. s-au întărit și prin colaborarea cu sindicatele în unele acțiuni, cum a fost cursurile pentru pregătirea maiștrilor și mai ales concursul de inovații pe țară.

Congresul Partidului a pus sarcini importante în fața organizațiilor sindicale și anume de a studia împreună cu conducerea fabricii, uzinii, șantierului, la fiecare loc de muncă, atelier sau secție, cele mai potrivite metode pentru creșterea productivității muncii, pentru reducerea prețului de cost, pentru îmbunătățirea calității producției și de a stabili măsuri care să fie dezbătute, perfecționate și puse în aplicare de colectivul întreprinderii.

Astfel de sarcini ale organizațiilor sindicale pot să fie aduse în bune condiții la îndeplinire, numai dacă cercurile A.S.I.T. din întreprindere vor mobiliza pe ingineri și tehnicieni să studieze problemele stabilite de raportul Comitetului Central P.M.R. și să găsească soluții, care să fie puse în largă dezbatere.

Biroul Consiliului Central însuși, deși a stabilit în general reguli pentru îmbunătățirea activității asociației, nu a urmărit aplicarea lor și nu a analizat decît o dată în ședințele sale, activitatea unor secții de specialitate. Aceasta explică de ce munca în unele secții de specialitate a rămas în urmă. Nu a fost analizată nici activitatea unor comitete de filială mai importante, legăturile lor cu secțiile de specialitate, așa încît deficiențe ca cele semnalate au putut să se mențină.

Răspunderea pentru această situație îi revine și Secretariatului Consiliului Central A.S.I.T. Activitatea secretarilor de secție nu a fost organizată pentru întărirea legăturilor. Această situație se datorește în mare măsură faptului că nu au fost create decît de puține secții legături de lucru cu secțiile filialelor; pe viitor, este necesar ca aceste legături de lucru să se constituie, la început cel puțin pentru preocupările cu caracter permanent.

In formarea unei opinii inginerești a fiecărui membru al asociației cea mai mare influență o au activitatea cercurilor A.S.I.T.

In comitetele secțiilor de specialitate, în comitete de redacție, nu sînt antrenați în măsură suficientă specialiștii tineri pe care îi avem dintre candidații în științe tehnice, deși ar putea aduce o contribuție efectivă la rezolvarea problemelor.

In activitatea cercurilor secțiilor, de specialitate, comitetelor de filiale, se resimte lipsa controlului sistematic al membrilor asociației asupra organelor de conducere. De la Congresul A.S.I.T. din 1951, nu s-au ținut conferințele filialelor, iar adunări generale ale cercurilor A.S.I.T. s-au ținut sporadic. Pentru îmbunătățirea activității organelor de conducere,

este necesar să fie chemaţi a-şi spune cuvîntul membrii asociaţiei, organizînd în cursul acestui an adunările generale ale cercurilor A.S.I.T. şi conferinţelor filialelor şi subfilialelor A.S.I.T.

In organizarea actuală a secţiilor de specialitate, Biroul Consiliului Central a sezisat că nu pot fi bine cuprinse unele probleme cu caracter general, în special tehnico-economice, legate de ridicarea productivităţii muncii şi reducerea preţului de cost, cum ar fi de pildă pregătirea fabricaţiei, care există în toate ramurile de producţie. Deoarece rezolvarea acestor probleme nu poate fi fundamental deosebită în diferite ramuri de protecţie, Biroul Consiliului Central a înfiinţat o comisie pentru aceste probleme, care va activa în colaborare cu C.S.P. şi cu organizaţiile centrale, în deosebi cu ministerele industriale, pentru rezolvarea unor probleme ale ridicării productivităţii muncii în fabricaţie, în cercetare şi în operaţiile tehnico-administrative.

Activitatea asociaţiei în ultimul an, cu toate scăderile şi deficienţele analizate, a sporit şi s-a îmbunătăţit; asociaţia noastră devine din ce în ce mult mai folositoare pentru intelectualitatea tehnică din ţara noastră mai plină de roade pentru dezvoltarea şi perfecţionarea producţiei socialiste a patriei noastre. Aceasta se datoreşte faptului că în activitatea sa asociaţia este călăuzită de învăţătura partidului nostru şi caută să pună în practică hotărîrile lui. Sprijinul organizaţiilor de partid a fost simţit în dezvoltarea activităţii asociaţiei; comitete regionale de partid ca cel al regiunii Stalin au orientat activitatea filialelor A.S.I.T. şi le-au creat condiţii pentru întărirea ei. Aplicarea în practică a liniei partidului nostru, a hotărîrilor sale, sprijinul organizaţiilor de partid constituie pentru asociaţia noastră chezăşia succesului activităţii ei.

Planul de activitate pe anul 1956

Planul de activitate al asociaţiei pe anul 1956 se întemeiază pe Rezoluţia Congresului al II-lea al P.M.R. cu privire la aducerea la îndeplinire a programului de muncă şi luptă, stabilit de raportul C.C. al P.M.R.

Planurile de muncă, întocmite de acord cu conducerea ministerelor, pe secţii de specialitate, răspund acestor cerinţe.

Astfel este prevăzută studierea şi dezbaterea în diferite forme, a problemei dezvoltării tehnicii noi pentru ridicarea productivităţii muncii în diferite sectoare de bază ale economiei naţionale cum sînt sectoarele energetic şi electrotehnic, construcţii, industria lemnului, industria alimentară şi altele. Aceste dezbateri urmăresc în primul rînd să analizeze principalele realizări ale tehnicii obţinute în ţară şi peste hotare şi să stabilească cele care vor trebui studiate cu amănunţime pentru a fi aplicate în practică. O mare atenţiune se urmăreşte a se da cercetărilor făcute în ţară în institute cît şi în uzine pentru a fi puse în practică.

Este prevăzut de asemenea dezbaterea complexă a problemei ridicării productivităţii muncii în unele ramuri de seamă ale industriei cum sînt construcţii de maşini, industria uşoară ş. a. care prevăd căile de mărire a productivităţii muncii şi reducerea preţului de cost în special prin mecanizarea proceselor de producţie (secţia construcţii de maşini) prin modernizarea utilajului şi introducerea tehnicii noi, etc.

Ţinînd seama de importanţa pe care o are utilajul în ridicarea nivelului tehnic al economiei, au fost prevăzute studii privind această problemă în domeniul industriei petrolului, construcţiei de maşini ş. a. Se prevede astfel analizarea stadiului actual al tehnicii construcţiei utilajului petrolifer în ţară şi străinătate (secţia petrol), îmbunătăţirea uneltelor şi mecanismelor pentru exploatările forestiere fabricate în ţară (secţia industria lemnului), îmbunătăţirea utilajului fabricat în ţară pentru industria morăritului (secţia Industria Alimentară), etc.

In problemele agriculturii, în vederea sporirii randamentului la ha, sînt prevăzute acţiuni pentru dezvoltarea mecanizării, aplicarea metodelor agrotehnice avansate în condiţiile specifice de climă şi sol, folosirea îngrăşămintelor, chimice, combaterea dăunătorilor, mărirea productivităţi. muncii.

Pentru aducerea la îndeplinire a planului de muncă şi pentru ridicarea nivelului activităţii asociaţiei este necesar ca rezolvarea problemelor înscrise în plan să se facă complex, atacîndu-le atît sub aspectul tehnico-ştiinţific, cît şi sub aspectul economic; să se urmărească cu mare grije ca concluziile rezultate în urma dezbaterii problemelor să corespundă într-adevăr posibilităţii industriei noastre putea fi puse imediat în practică.

In rezolvarea problemelor puse în dezbatere, trebuie să se ţină seama, pe lîngă rezultatele cunoscute din literatura tehnico-ştiinţifică şi de rezultatele obţinute în producţie de întreprinderile fruntaşe, activitatea orientîndu-se în primul rînd spre generalizarea ştiinţifică a rezultatelor obţinute în practică.

Secţiile de specialitate să fie ajutate de Consiliul Central şi de Biroul Consiliului Central, care să dea în primul rînd atenţie întăririi secţiilor de petrol, chimie, mine şi metalurgie, adică acelor secţii care corespund sectoarelor pe a căror întărire se bazează dezvoltarea economică a ţării.

Pentru a stimula activitatea membrilor asociaţiei este necesar ca încă de la începutul anului să se ia măsuri pentru rezolvarea problemei ridicate de Consiliul Central încă din anul trecut şi anume a instituirii de premii pentru activitatea tehnico-ştiinţifică, care să fie acordate, prin concursuri şi pe baza regulamentului de premiere, celor mai buni activişti ai asociaţiei.

Ca mijloc de stimulare deosebită a activităţii tehnico-ştiinţifice, depuse de ingineri şi tehnicieni în cadrul asociaţiei, este necesar să se instituie şi să se acorde de Consiliul Central titlul de membru de onoare al asociaţiei. De asemenea, pentru inginerii şi tehnicienii, care printr-o activitate perseverentă au dovedit că lupta pentru progresul economic al ţării noastre, prin aplicarea perseverentă a tehnicii înaintate, să se propună Consiliului de Miniştri instituirea titlului de „Tehnician Emerit al Republicii Populare Romîne".

Planul de activitate al asociaţiei cuprinde numeroase probleme de interes imediat. Pentru a contribui însă la asigurarea progresului neîntrerupt al tehnicii în economia naţională a ţării, pe lîngă aceste probleme asociaţia trebuie să prezinte membrilor săi perspectivele dezvoltării tehnicii mondiale şi mai ales a tehnicii sovietice prezentate în „Proiectul de Directive al Congresului al XX-lea al P.C.U.S. cu privire la cel de al şaselea plan cincinal.

Energetica generală

B. **LIS: Posibilităţi de coborîre a vîrfului de seară în industrii,** Energie Technik, nr. 3/1955, pag. 116—117, după Energetyka Polonia, caetul nr. 5/1953.

In articol se arată măsurile luate pentru reducerea vîrfului de seară în sistemul energetic de Sud în Polonia.

Măsurile principale luate sînt următoarele:

Funcţionarea agregatelor şi maşinilor cu regim intermitent să se facă în special în orele de noapte. In acest scop sînt indicate în mai multe exemple programele de lucru pentru industrii.

Funcţionarea atelierelor de reparaţii ale fabricilor să se facă de asemeni numai noaptea. Reviziile zilnice, reparaţiile mici şi schimbările de piese sînt prevăzute în timpul vîrfului de seară. Reparaţiile capitale sînt programate în timpul săptămînii şi nu duminica cum se obişnuea în trecut.

Energeticul întreprinderii devine responsabil pentru respectarea programului de lucru.

Conducerile întreprinderilor sînt obligate să supravegheze consumul de energie electrică şi gospodăria energetică a întreprinderii.

Conducerile sistemelor energetice au dreptul să aplice amenzi conducerilor întreprinderilor la depăşirea puterii de vîrf şi la nerespectarea condiţiilor electrice de consum al energiei, nerespectarea programului de consum sau nerespectarea dispoziţiilor dispecerului sistemului energetic. E 32

e.m

GROSSMANN P.: Diagrama fluxurilor lucrului mecanic tehnic, B.W.K., nr. 2/1954, pag. 43.

Pentru reprezentarea cantităţilor de căldură utile şi a pierderilor care intervin în diverse procese, se utilizează adesea diagrama fluxurilor (diagrama Sankey) în care cantităţile de căldură sînt reprezentate prin fîşii, a căror lăţime este proporţională cu cantităţile de căldură respective. Acest mod de reprezentare are desavantajul că nu dă nici o indicaţie asupra temperaturii la care se petrec procesele termice. Dar atît din punct de vedere termodinamic cît şi din punct de vedere economic, există o deosebire foarte mare între două cantităţi de căldură egale, din care una este la dispoziţie la 100°C iar a doua la 500°C.

Se evită acest neajuns, dacă lăţimea fîşiei nu se ia proporţională cu cantitatea de căldură Q ci proporţională cu lucrul mecanic L_q care se poate obţine printr-un ciclu Carnot, din aceea cantitate de căldură, adică: $L_q = Q\,(T - T_a)/T$ în care T este temperatura la care se poate obţine cantitatea de căldură şi T_a temperatura ambiantă.

Adesea nu se introduc şi se evacuează într-o instalaţie numai cantităţi de căldură, dar circulă şi fluide la diverse temperaturi şi presiuni prin anumite părţi ale ei. Şi în acest caz este adesea util a lua în considerare lucrul mecanic care se poate obţine cînd fluidul se destinde reversibil pînă la presiunea ambiantă şi temperatura coboară, de exemplu prin numeroase cicluri Carnot, la temperatura ambiantă.

Transformarea reversibilă de la starea cu entalpie şi entropia s la starea cu entalpia i_a şi entropia s_a (ambiante) duce la o valoare univocă a lucrului mecanic numai în cazul în care căldura se transmite la temperatura ambiantă T_a.

Lucrul mecanic este dat atunci de expresia:

$$i - i_a - T_a\,(s - s_a)$$

E 33 m.a.

Acad. **KOSTENIS M. P. şi cand. în ştiinţe tehnice I. D. URUSOV Electricestvo, nr.** 8/1955, **pag.** *1—19*

Metodele electrodinamice ale hidrogeneratoareler CHE CUIBÎŞEV

In prima parte a articolului se arată că rezolvarea problemei de cercetare a stabilităţii funcţionării în paralel, cercetarea diferitelor tipuri de protecţie a sistemelor de excitaţie etc se poate face prin metoda modelării electrodinamice.

Partea cea mai grea în crearea modelelor electrodinamice şi sistemelor energetice, o constituie proiectarea maşinilor sincrone ce modelează turbo- şi hidrogeneratoarele, precum şi compensatorii sincroni. In articol se expun principiile de bază a proiectării lor, precum şi o comparare cu alte modele analoage.

Condiţia ca rezultatele să fie destul de exacte, se cere ca parametrii de bază exprimaţi în unităţi relative, ca şi caracteristicile modelului să coincidă cu cei ai obiectului de cercetat.

Pentru modelarea electrodinamică, nu se reacomandă utilizarea maşinilor de putere mică din cataloage, dat fiind micşorarea inductanţei, a constantei de inerţie şi mărirea rezistenţei active cu micşorarea mărimilor geometrice. In articol se dau tabelele cu formulele de trecere ale parametrilor pentru model.

Mai departe în articol se dă metoda de calcul şi de proiectare a maşinii sincrone (modelul) forma curbelor necesare calculului precum şi tabelele de comparare a parametrilor maşinilor model existente în U.R.S.S.

După cum reiese din tabele, raportul de puteri a generatoarelor modele Mg-25 (30 kVA) şi Mg-18,7 (15 kVA), este egal cu 2, deci alimentarea liniei model CHE Kuibîşev — Moscova poate fi făcută fie printr-un generator Mg-25, fie prin doi generatori de tipul Mg-18,7. Aceasta permite şi cercetarea regulatoarelor excitatricei atît pentru un generator cît şi pentru lucrul în paralel.

Generatorul model Mg-18,7 este universal, întrucît înlocuindu-se rotorul poate fi utilizat ca hidrogenerator model sau ca tubogenerator model. Rezistenţele active din circuitul excitatricei pot fi reduse la valoarile ce corespund generatoarelor originale de putere mare prin introducerea în circuitul respectiv a rezistenţelor negative. In continuare se dau o serie de date comparative ale tipurilor existente de generatori model.

Generatorii model permit reglarea transversală, întrucît au posibilitatea montării pe poli a bobinelor transversale.

Pentru obţinerea formei sinusoidale a tensiunii, generatorii model Mg, 25 Mg-18,7 şi Sg-18,7 au pe stator şanţuri situate în intervalul unui pas al dinţilor. Deoarece au de asemenea un număr întreg de şanţuri pe pol şi fază, permit în cazul a 6 poli, montarea a 6 grupe de bobine.

In articol se mai dau două secţiuni (una longitudinală şi alta transversală) a doi generatori model, curbele tensiunilor, oscilogramele în cazul de scurtcircuit precum şi în cazul lucrului generatorului — model la barele de putere infinită.

In încheerea articolului se dau demonstraţiile pentru relaţiile principale de calcul, particularităţile în proiectarea elementelor circuitului magnetic precum şi literatura consultată. E 34

n.v.

Termoenergetica

LANG. M.: Temperatura de supraîncălzire şi conţinutul de CO_2 la trecerea de la cărbune la păcură, B.W.K., nr. 2/1954, pag. 51—53.

La trecerea unui cazan de la funcţionare cu cărbune la funcţionare cu păcură, se măreşte conţinutul de CO_2, se reduce debitul de aer şi gaze de ardere, se reduce transmisia de căldură şi viteza gazelor în supraîncălzitor.

In schimb, prin mărirea temperaturii în focar, se măreşte şi căldura transmisă prin radiaţie în focar şi ca efect general se arată că la creşterea cu 1% a conţinutului de CO_2, temperatura de supraîncălzire scade cu 15°C.

Odată cu trecerea pe păcură a unui cazan de 30 ata debitînd abur la o turbină de contrapresiune, se analizează creşterea de randament a cazanului, prin reducerea pierderilor în gazele de ardere exprimîndu-se cîştigul de căldură în kcal/kg abur produs. Paralel prin scăderea temperaturii aburului, se calculează micşorarea energiei electrice produse în contrapresiune.

Intrucît energia electrică are economic o valoare mai mare decît energia termică, se face o comparaţie între cîştigul de

căldură la cazan şi pierderea prin scăderea producţiei de energie electrică. In două diagrame sînt trasate în funcţie de conţinutul de CO_2 din gaze, valorile rezultante pentru raportul 4,5 şi 7 între valoarea energiei electrice şi termice. Pentru cazul dat, valoarea optimă pentru conţinutul de CO_2 este 15% la raportul 4,5 şi 12% la raportul 7.

La cazanul menţionat, prin trecere de la cărbune la păcură conţinutul de CO_2 a crescut de la 12% la 13% iar excesul de aer a scăzut de la 1,55 la 1,19. E 35

c.m.

BRENNECKE C. şi SCHINN R.: O turbină de abur pentru temperatura aburului de 600/625°C, Rev. Siemens, vol 28/1954 nr. 6, pag. 233/250, 35 fig., 2 tabele.

După discutarea unor probleme generale de materiale, se dau detalii despre încercări preliminare asupra unor elemente constructive şi se descrie un grup proiectat pentru abur viu de 150/160 ata 600/625°C şi o contrapresiune de 31 ata. Consumul de abur este de 120 t/h. Cu aceasta a rezultat o putere la borne de 11,4 MW. După primul rînd austenitic de palete radiale, aburul nu mai are decît 522/546°C, astfel încît celelalte palete statorice şi rotorice sînt din material feritic. Se descriu apoi defectele apărute în timpul primelor 13 000 h de funcţionare şi care, ţinînd seama de experienţa redusă de care s-a dispus, au fost neimportante. La 158 ata şi 600°C s-a putut obţine o creştere a randamentului cu 4% şi o putere de 13 110 kW, prin micşorarea pierderilor prin interstiţii. In prezent este în construcţie un grup pentru un debit de 260 t/h la 300/330 atü şi 600/620°C. După părerea autorilor, tendinţa spre presiuni şi temperaturi mari se va accentua. E 36

[m.a

NEBLETT R. S.: Viitoarea dezvoltare a turbogeneratoarelor cu abur, General Electric Rewiew, iulie 1955, pag. 9 — 10.

Autorul descrie progresul realizat în ultimii 30 de ani în construcţia turbogeneratoarelor cu abur, şi îmbunătăţirile aduse sistemului de răcire cu hidrogen.

Folosirea conductoarelor dintr-un nou aliaj de aluminiu a permis să se mărească diametrul şi puterea rotoarelor; pe de altă parte, folosirea tablei cu structură magnetică orientată, a permis construcţia maşinilor foarte puternice.

După ce se dă descrierea mai multor turbo-generatoare pînă la 25 000 kVA, autorul demonstrează avantajele metodelor de stabilizare termică a rotorului modern. In continuare se arată că proiectele pentru construcţia în viitorul apropiat a unui turbogenerator cu două corpuri prevăd o putere de 125 000 kW la 3 000 rot/min. Corpul de înaltă presiune va fi alimentat cu abur cu presiune de 315 kg/cm² şi temperatura de 621°C; aburul este eşapat din primul corp la presiunea de 87 kg/cm² şi intră în al doilea corp după o supraîncălzire intermediară pînă la 566°C.

De asemenea se prevede în viitorul apropiat răcirea excitatricelor prin circulaţie de gaz sau lichide. In încheiere se arată că dezvoltarea turbogeneratoarelor nu trebuie considerată ca fiind încheiată, viitorul putînd aduce încă multe îmbunătăţiri. E 37

n.p.

*** * * : Centrală electrică transportabilă cu turbine cu gaze, montată pe şasiu de vagon,** B. W. K., vol. 7/1955, nr. 8 pag. 363.

Uzinele Brown Boveri & Cie Elveţia au construit pentru guvernul statului Mexico două centrale electrice mobile de cîte 6 200 kW fiecare, folosiţi pentru a acoperi o lipsă temporară de energie electrică în regimuri greu accesibile etc. Centrala este montată pe două vagoane de cale ferată. Pe primul vagon se află compresorul, camera de combustie, turbina cu gaz în ciclu deschis, generatorul de curent alternativ inclusiv motorul — demaror şi excitatoarea. Printr-un cablu, energia circulă spre transformatorul aflat pe celălalt vagon. Aici se mai află instalaţia de distribuţie pentru tensiune înaltă, partea de conexiune pentru reţele şi un grup de motoare Diesel pentru pornirea întregii instalaţii.

Turbina cu gaze care funcţionează fără schimbător de căldură se cuplează direct cu generatorul de 7 750 kVA la 6,6 kV 60 Hz şi 3 600 rot/min; transformatorul dă tensiuni de 138/4,16/2,4 kV. Raportul de compresiune este de 1 :5.

Temperatura gazelor la intrare este de 650°C iar randamentul termic al întregii centrale este de 19,1% la o temperatură a mediului ambiant de 20°C. Combustibilul folosit este motorină.

Ambele vagoane au o carcasă exterioară de protecţie. Centrala urmează a fi pusă în exploatare pînă la sfîrşitul anului. E 38

n.p.

Electroenergetica

RAIH I. I. şi FAINGHERS I. D.: Metodă de aşezare şi montaj al cablurilor verticale cu izolaţie uscată Energhetic, nr. 2/1955, pag. 26—29.

Pentru mecanizarea completă a montării unui cablu pe un traseu complex, format din porţiuni orizontale, între care se găseşte o porţiune verticală, s-au elaborat cabluri speciale cu izolaţie uscată fără masă izolantă, care se înserează între porţiunile de cablu de execuţie obişnuită adică izolate cu hîrtie împregnată cu masă izolantă.

Pentru îmbinarea celor două construcţii de cablu s-au desvoltat cutii terminale de cablu cu izolaţie uscată.

Se descrie schematic procedeul de aşezare a cablurilor cu izolaţie uscată pe porţiunile verticale de traseu, precum şi modul de îmbinare a cablurilor. E 39

e.g.

Doctor în ştiinţe tehnice, **GLAZUNOV, A. A.** Candidat în ştiinţe tehnice **VORONŢOV F. F. şi L. A. SOLDATCHINA: Construcţia raională a reţelei de joasă tensiune a oraşelor mari,** Electricestvo, nr. 8/1955 pag. 33—38

In prima parte a articolului se arată condiţiile preliminare pentru compararea diferitelor scheme.

Astfel avariile şi reparaţiile în reţeaua de 6 sau 10 kV, cît şi în transformatori nu conduc la întreruperea alimentării cu energie electrică a consumatorilor. Avariile în reţeaua de joasă tensiune întrerup alimentarea consumatorilor numai pentru perioada executării manevrelor.

S-a comparat schema biradială şi schema buclată transversal (se sprijină pe două staţii de transformare) pentru reţelele de joasă tensiune.

In calcule s-a considerat că sarcina este uniform distribuită de-a lungul reţelei, iar secţiunea cablului cuadrifilar poate fi determinată de formula: $S = 0{,}01\ I^2$. Din analiza făcută a reeşit că în raioanele cu clădiri de 7 — 13 etaje şi alimentate la tensiunea de 220/127 V schema biradială poate fi construită cu aceleaşi investiţii şi cheltuieli de exploatare ca şi schema buclată transversal.

Schema biradială, pe măsura micşorării numărului de etaje, îşi pierde din avantajiile economice astfel că în zonele cu 4 — 7 etaje, investiţiile în schema biradială cresc cu 25%, iar cheltuielile de exploatare cu 10% faţă de schema buclată.

Reţeaua de înaltă tensiune şi transformatorii în schema buclată transversal costă mai scump decît schema biradială. Insă economia realizată în reţeaua de joasă tensiune, compensează diferenţa dintre cele două scheme, ceea ce face ca schema buclată transversal să fie mai economică.

Locul de amplasare al transformatoarelor în cadrul unui cvartal, situarea intrărilor de cabluri în clădiri influenţează foarte puţin asupra indicilor economici ai reţelei. Simţitor influenţează însă numărul staţiilor, tipul şi tensiunea reţelei.

Din tabelele indicate în articol rezultă că în raioanele cu 7—13 etaje este indicat să se folosească tensiunea de 220/127V şi nu tensiunea de 380/220 V deoarece pentru asigurarea aceleaşi intensităţi a fluxului luminos, puterea lămpilor de 220 V trebuie să fie mai mare decît puterea lămpilor de 127 V în medie cu circa 25—30%.

Trebuie subliniat că calculele s-au efectuat pentru reţele de cabluri de joasă tensiune, ceea ce nu permite a arăta oportunitatea tensiunii de 220/127 V şi pentru cvartale cu clădiri mai mici realizate cu linii aeriene.

In concluzia articolului se arată că pentru raioanele cu clădiri de 4—7 şi 7—13 etaje este indicată schema buclată transversal pentru tensiunea aleasă de 220/127 V.

Pentru clădirile cu un volum de circa 150 000 — 200 000 m³ apare ca indicată schema biradială.

In raioanele cu clădiri mari (4—7 şi 7—13 etaje) se recomandă tensiunea de 220/127 V care prezintă cheltuieli de exploatare cu 50 — 60% mai mici decît tensiunea 380/220 V. Consumul suplimentar de cupru pentru tensiunea 220/127 V faţă de tensiunea de 380/220 V se amortizează în 2—5 ani.

Pentru raioanele cu clădiri mai mici reţeaua de 380/220 V poate să apară mai indicată. E 40

n.v.

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

Informăm pe cititorii și colaboratorii noștri că în curînd va apare revista **„Hidrotehnica"** *64 pagini (trimestrial).*

Abonamentele se fac prin cercurile filialelor și subfilialelor ASIT din întreaga țară, prin Serviciul Difuzării Publicațiilor ASIT, București, Calea Victoriei nr. 118, precum și la sediul redacției str. Ion Ghica nr. 3 etaj I, Raionul Tudor Vladimirescu.

Intreprinderile pot face abonamente pentru biblioteci, școli profesionale și cabinete tehnice, achitînd contravaloarea în contul nostru de virament 070004 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, București.

Costul unui abonament individual este lei 30, pentru întreprinderi lei 96 anual.

★

Colaboratorii pot lua informații cu privire la profilul și planul tematic al acestei publicații la telefon Nr. 3.07.30

[illegible]

KAT

ENERGETICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R
ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

4

REVISTA ENERGETICA
1956

SUMAR

Pag.

Mihăileanu C.: Perspectivele energiei nucleare în dezvoltarea viitoare a economiei energetice europene 165

Caracudovici V. şi *Nagy C.*: Evidenţa, factor important pentru analiza, normarea şi reducerea consumurilor specifice de energie electrică 176

Popescu N.: Importanţa preparării apei de răcire în centralele termoelectrice 181

Bensimon A.: Repartiţia sarcinilor între centralele unui sistem energetic, corespunzător pierderilor în reţele 185

IN AJUTORUL CELOR CE STUDIAZĂ ŞI APLICĂ PRESCRIPTIILE DE EXPLOATARE TEHNICĂ A CENTRALELOR ŞI RETELELOR ELECTRICE

Manolescu Gh.: Generatoare şi compensatoare sincrone 197

ENERGETICA PESTE HOTARE 203

* * *: Tabele cu prescripţii şi instrucţiunile apărute în cadrul M.E.E.I.E. 206

RECENZII 207

DOCUMENTARE 208

DIN ACTIVITATEA A.S.I.T. 211

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

К. Махаиляну: Перспективы ядерной энергии в дальнейшем развитии европейской энергетической экономики 165

В. Каракудович и *К. Нодь:* Учет—важный фактор анализа, нормирования и снижения удельного расхода электроэнергии 176

Н. Попеску: Значение водоподготовки охлаждающей воды на тепловых электростанциях 181

А. Бенсимон: Распределение нагрузок между электростанциями энергетической системы, согласно наименьшим потерям в сетях . 185

ДЛЯ ЛИЦ ИЗУЧАЮЩИХ И ПРИМЕНЯЮЩИХ ПРЕДПИСАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ И СЕТЕЙ

Г. Манолеску: Синхронные генераторы и компенсаторы 197

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА 203

* * *: Перечень предписаний по технической эксплуатации электроцентралей и сетей . 206

РЕЦЕНЗИИ 207

ДОКУМЕНТАЦИЯ 208

ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А.С.И.Т. 211

SOMMAIRE

page

Mihăileanu C.: Les perspectives de l'énergie nucléaire dans le développement futur de l'économie énergétique européenne 165

Caracudovici V. et *Nagy C.*: L'évidence, facteur important pour l'analyse, l'établissement des normes et la réduction des consommations spécifiques d'énergie électrique 176

Popescu N.: L'importance de la préparation de l'eau de refroidissement dans les centrales thermoélectriques 181

Bensimon Ana: Les répartition des charges entre les centrales d'un système énergétique, correspondant aux pertes minimes dans les réseaux 185

ÉCLAIRCISSEMENTS APPORTÉS AUX PRESCRIPTIONS DE L'EXPLOITATION TECHNIQUE DES CENTRALES ET RÉSEAUX ELECTRIQUES

Manolescu G.: Générateurs et compensateurs synchrones 197

L'ÉNERGÉTIQUE Á L'ÉTRANGER . . . 203

* * *: Tableau des prescriptions et instructions parues dans le cadre du Ministère de l'Electricité 206

RECENSIONS 207

DOCUMENTATION 208

DE L'ACTIVITÉ DE L'A.S.I.T. 211

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Mihăileanu C.: Die Aussichten der Kernenergie in der zukünftigen Entwicklung der europäischen Energiewirtschaft 165

Caracudovici V. u. *Nagy C.*: Die übersichtliche Zusammenstellung, ein bedeutender Foktor für die Analyse, Normung und Verminderung des spezifischen Verbrauches von elektrischer Energie 276

Popescu N. Die Bedeutung der Kühlwasserzubereitung in den Wärmekraftwerken . . 181

Bensimon Ana: E ne den Mindestverlusten in den Netzen entsprechende Verteilung der Lasten zwischen den Kraftwerken eines energetischen Systems 185

ERLAEUTERUNGEN ZU DEN TECHNISCHEN BETRIEBSVORSCHRIFTEN DER ELEKTRISCHEN KRAFTWERKE UND NETZE

Manolescu G.: Synchrone Generatoren und Kompensatoren 197

DIE ENERGETIK IM AUSLANDE 203

* * *: Tabelle der im Rahmen des Ministeriums für elektrische Energie erschienenen Vorschriften und Anleitungen 206

BUECHERSCHAU 207

SCHRIFTTUM 208

AUS DEM WIRKUNGSBEREICH DER A.S.I.T. 211

E 2039

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

ENERGETICA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacție

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul IV ★ 1956 ★ Nr. 4 Redacția: București, str. I. Ghica nr. 3 ★ Tel. 3.07.30 3.57.28

Institut. de Documentare Tehnică BUCUREȘTI SCHIMB - CSERE VYMENA - WYMIANA TAUSCH - CMEHA

Perspectivele energiei nucleare în dezvoltarea viitoare a economiei energetice europene

Conf. ing. CĂLIN MIHĂILEANU

In prezentul articol, autorul prezintă aspectele principale de care depinde rolul ce urmează să îl ocupe în viitor energia termonucleară în dezvoltarea economiei energetice a continentului european, așa cum rezultă din lucrările Comitetului de Energie Electrică a Comisiei Economice pentru Europa de pe lîngă O. N. U. Se examinează factorii care stau la baza întocmirii unei balanțe energetice (incluzînd toate formele de energie clasică: electrică, termică, mecanică, etc.) a resurselor de energie și a consumurilor de energie ce urmează a fi satisfăcute cum și factorii economici ce influențează prețul de cost al energiei produse în centrale nucleo-termoelectrice pentru a putea concura energia produsă din surse clasice.

In luna august 1955 a avut loc la Geneva cea mai importantă reuniune de oameni de știință, tehnicieni și economiști din ultimii ani, în cadrul Conferinței internaționale pentru utilizarea energiei atomice în scopuri pașnice. La această conferință după cum se știe, R.P.R. a fost reprezentată printr-o delegație compusă din 19 membri care au participat la lucrările conferinței aducînd contribuția țării noastre la dezbaterile asupra importantelor subiecte ce au fost luate în discuție.

Cu ocazia acestei conferințe s-au întrunit aproximativ 3000 de delegați și observatori aparținînd la 72 țări diferite și au fost prezentate 1170 comunicări care au făcut obiectul discuțiilor. In cursul dezbaterilor a ieșit în relief aportul masiv adus de savanții și tehnicienii sovietici la progresul tehnic în domeniul utilizării pașnice a energiei atomice concretizat prin faptul că prima instalație energetică industrială din lume, centrala atomoelectrică de 5000 kW, utilizînd combustibil nuclear a fost pusă în funcțiune în U.R.S.S. în iunie 1954.

In cadrul sesiunilor plenare de la începutul conferinței au fost examinate pe larg probleme de economie energetică ca: predeterminarea nevoilor de energie în lume pentru următorii 50 ani, rolul ce-l va avea energia nucleară și condițiile în care va putea fi utilizată în aceeași perioadă de timp cum și prețul de cost al energiei produse în centralele de acest nou tip.

Pe de altă parte, Comitetul de Energie Electrică al Comisiei Economice pentru Europa, observînd interesul ridicat de această problemă în diferite țări europene a decis să înscrie această problemă pe ordinea de zi a celei de a 13-a sesiuni a sa ce a avut loc la Geneva în cursul lunii decembrie a anului 1955, în care scop a însărcinat Secretariatul să întocmească un raport (documentul E/ECE/EP/174 din 7 noiembrie 1955). Din acest raport reiese că locul ce va fi ocupat pe viitor în economia energetică europeană de energia nucleară depinde în prim rînd de balanța energetică globală a resurselor de energie cunoscute și a consumurilor de energie pe care acestea trebuie să le satisfacă. In al doilea rînd, intervine ca factor prețul de cost al energiei electrice produse pe bază de diverși combustibili inclusiv cel nuclear.

Considerăm că prezintă interes pentru cititorii revistei noastre să ia cunoștință de aceste aspecte, așa cum ele apar din recentul document susmenționat, în care scop se examinează pe rînd, în cele ce urmează, cele două aspecte arătate.

A. BALANȚA RESURSELOR ȘI A NECESITĂȚILOR DE ENERGIE ÎN EUROPA

1. Necesități de energie.

1. 1. **Situația actuală.** In tabela 1 sînt date consumurile globale de energie de toate felurile pentru diferite țări europene în cursul anului 1952. O primă defalcare este făcută între energia furnizată de sursele așa zise „comerciale" (combustibili solizi și lichizi, gaze

naturale şi energie hidraulică) şi cea furnizată de sursele „necomerciale" (lemne de foc, lemne pentru gazogen, deşeuri de lemn, stuf şi alţi combustibili vegetali). O a doua defalcare a

o apreciere pe plan mondial este mai precisă decît aprecierile pe plan regional deoarece intră în joc legea numerelor mari şi cauzele antagoniste îşi anihilează efectele contrarii.

Tabela 1)*

Consumul aparent brut al surselor comerciale şi necomerciale de energie pentru anul *1952* în Europa (în echivalent electric al puterii calorifice totale exprimată în TWh)

Ţara	Combustibili solizi	Combustibili lichizi	Gaze naturale	Energie hidro-electrică	Tatal surse comerciale	Surse necomerciale	Total toate sursele	Pe cap de locuitor (MWh)
Turcia	40,0	9,0	—	0,1	49,1	37,5	86,6	3,9
Grecia	3,0	13,8	—	..	16,8	13,2	30,1	3,9
Portugalia	7,2	9,0	—	1,2	17,4	16,0	33,5	3,9
Bulgaria	..	..	..	..	..	..	30,0+	4,0
Jugoslavia	40,1	4,4	0,1	1,4	46,1	26,0	72,1	4,3
Romînia	..	..	..	..	..	..	80,0+	5,0
Italia	84,3	67,8	15,2	28,9	196,2	61,1	257,3	5,5
Spania	107,0	16,6	—	7,8	131,4	37,7	169,0	6,1
Ungaria	..	..	..	..	..	..	110,0+	11,0
Elveţia	21,8	14,4	—	11,9	48,2	5,6	53,8	11,1
Austria	59,1	9,9	2,1+	5,4	76,5	11,3	87,8	12,7
Irlanda	15,5	8,0	—	0,5	24,0	17,1	41,1	13,9
Olanda	135,1	35,1	0,2	0,2	170,6	4,4	175,0	16,9
Danemarca	49,9	19,8	—	0,2	70,0	8,3	78,2	17,9
Polonia	..	..	..	..	..	..	450,0+	18,0
Finlanda	20,6	7,3	—	4,1	32,0	44,4	76,4	18,7
Franţa şi Saar	621,6	122,4	2,9	22,5	769,4	48,2	817,6	18,8
Norvegia	14,5	19,9	—	18,7	53,1	11,2	64,3	19,3
R.D. Germană	..	..	..	..	..	..	420,0+	23,0
Suedia	60,8	57,6	—	20,6	138,9	31,4	170,3	23,9
R.F. Germană	1109,3	53,6	2,1	11,0	1175,9	51,2	1227,1	25,3
Cehoslovacia	..	..	..	..	..	..	370,0+	29,0
Belgia şi Luxemburg	242,0	30,2	—	0,2	272,3	1,8	274,1	30,4
Anglia	1669,7	179,5	—	1,7	1850,9	5,7	1856,5	36,6
U.R.S.S.	..	..	..	..	..	..	3500,0+	16,0

*) In cursul prezentului articol au fost utilizate următoarele simboluri:
.. = cifră de care nu se dispune
— = zero sau cantitate neglijabilă
\+ = evaluare aproximativă.

fost făcută între diferitele surse comerciale. Harta nr. 1 reproduce aceste date pentru continentul european.

1.2. **Predeterminarea necesităţilor pentru viitor**

1.2.1. Metode utilizate. Metodele întrebuinţate pentru o astfel de predeterminare se pot descompune în două categorii:

— unele se bazează pe aplicarea unui procent mediu de creştere, fixat fie cu ajutorul unor formule empirice, fie dedus din relaţia ce există între consum pe de o parte şi creşterea populaţiei şi activitatea economică a ţării respective pe de altă parte. De cele mai multe ori, procentul mediu se calculează din simpla extrapolare a consumurilor constatate într-o perioadă expirată;

— altele constau în însumarea cifrelor rezultate din analiza detaliată a diferitelor sectoare care compun consumul global. Aceste metode se potrivesc ţărilor cu economie planificată.

Indiferent de metoda aplicată, rezultatele obţinute au un grad de incertitudine destul de mare şi perioada peste care ele au o valabilitate problematică este cca. 15—25 ani.

1.2.2. *Predeterminare pe plan mondial.*— Pe plan mondial se poate conta pe o creştere medie anuală de 2 pînă la 3,5%. Deşi pare paradoxal,

1.2.3. *Predeterminare pe bază naţională.* Dacă se caută a se întocmi o balanţă naţională, este însă necesar ca predeterminarea să fie făcută pe bază naţională sau chiar regională (făcînd analiza pe diferitele regiuni cu specifice diferite ale ţării respective). Dimpotrivă, aplicarea unui procent mediu uniform poate duce la erori însemnate.

Faptul că la predeterminarea pe bază naţională se pot obţine rezultate valabile în limite destul de largi, ţine de următorii trei factori:

a) Demografia. Procentul mediu anual de creştere a populaţiei mondiale pentru următorii 50 ani a fost evaluat după diverşi autori de la 0,6% la 1,5%. Previziunile date pentru diferite ţări europene arată o diversitate destul de pronunţată, după cum se poate vedea din tabela 2.

Tabela 2

Previziuni ale procentului mediu de creştere a populaţiei în diferite ţări, după estimaţiuni oficiale

Ţara	Procent mediu de creştere %	Perioada considerată
Belgia	0,39	1955—2000
Elveţia	0,49	1951—2000
Norvegia	0,55	1965—1970
Finlanda	0,90	necunoscută
Olanda	0,96	1950—1975
Jugoslavia	1.34	1955—2000

b) *Activitatea economică* este foarte variabilă de la țară la țară, și acest factor joacă un rol important în evoluția necesităților de energie. In tabela 3 sînt indicate cîteva elemente de comparație bazate pe producția industriei prelucrătoare și extractive.

Tabela 3

Comparația activității economice în diferite țări după producția industriei prelucrătoare și extractive în anul *1953*

Țara	Procent din populația mondială	Indicele de activitate economică (producția industriei prelucrătoare și extractivă în raport cu populația) (Media mondială = 100)
Austria	0,26	127
Belgia	0,34	347
Danemarca	0,17	153
Finlanda	0,16	206
Franța	1,64	163
R.F. Germană	1,96	154
Grecia	0,30	23
Irlanda	0,11	64
Italia	1,84	74
Olanda	0,40	180
Norvegia	0,13	200
Spania	1,09	24
Suedia	0,28	328
Anglia	1,95	393
Jugoslavia	0,65	40

c) *Randamentul transformării energiei.* Din producția de energie brută, o mică parte numai este în cele din urmă utilizată. Randamentul mediu al transformării energiei brute în energie utilă a crescut în lume de la 11% în 1900 la 22% în 1950. Evoluția sa a fost variabilă de la țară la țară. In același interval de timp el a variat de la 11% la 30% în SUA, și de la 40% la 58% în Elveția, în timp ce nu atingea în 1950 decît 13% în Japonia și 6% în India.

Creșterea acestui randament este totuși limitată și consumul de energie brută care a crescut mai lent decît cel de energie utilă în ultimii 50 ani are tendința, în special în țările cu industrializare avansată, să urmărească de acum înainte mai îndeaproape creșterea consumului de energie utilă. Astfel Belgia care în prezent are un randament de 34% nu prevede că va putea depăși valoarea de 37% pînă în 1980.

Acest aspect constituie una din cauzele care micșorează probabilitatea unei nivelări pe viitor a repartiției inegale a consumului de energie brută în diferitele țări europene pentru perioada de 50 ani ce urmează.

Intr-adevăr, deși este de așteptat ca țările rămase în urmă cu industrializarea să se dezvolte relativ mai repede spre a recîștiga rămînerea în urmă față de celelalte țări puternic industrializate, totuși acest lucru se va resimți mai puțin în creșterea consumului de energie brută al acestor țări, deoarece creșterea consumului de energie utilă se va face în bună măsură pe seama randamentului transformării care și el este scăzut în țările slab industrializate. Dimpotrivă, chiar dacă în unele țări cu industrie dezvoltată s-ar semnala tendințe de saturație avînd ca urmare o micșorare a procentului de creștere al energiei utile, această creștere se va traduce aproape integral și în creșterea consumului de energie brută, deoarece de la îmbunătățirea randamentului nu se mai poate aștepta rezultate sensibile.

Tabela 4

Procent mediu anual de creștere a consumului de energie brută a surselor comerciale între *1937* și *1952*

Țara	Procent mediu de creștere pe cap de locuitor %
Belgia și Luxemburg	−0,4
R.F Germană	0,0
Irlanda	0,0
Anglia	0,5
Olanda	1,0
Franța și Saar	1,0
Danemarca	1,2
Italia	1,5
Norvegia	1,6
Portugalia	1,9
Elveția	1,9
Finlanda	2,3
Grecia	2,7
Suedia	2,8
Austria	3,6
Spania	3,9
Jugoslavia	5,2
Turcia	5,3

In tabela 4 se vede cum a variat în trecut consumul de energie brută pentru diferite țări, iar în tabela 5 se constată diferențele în previziunile de creștere în viitor a necesităților de energie, marcate prin procentele diferite indicate de diferite țări.

Tabela 5

Procente medii anuale de creștere prevăzute pentru consumul de energie după estimațiuni oficiale

Țara	Procent mediu de creștere (în %)		Perioada considerată ani.
	Energie totală	Energie electrică	
Austria	2,5	5,3	1950—1980
Belgia	1,7	5,3	1955—1980
Danemarca	2,5	7,5	1955—1975
Danemarca	1,8	3,5	1975—2000
Finlanda	..	11,0	1951—1955
Finlanda	4,2	8,0	1955—1965
Grecia	..	7,6	1954—1975
Grecia	..	2.9	1975—2000
Italia	..	7,0	1954—1960
Italia	..	6,0	1955—1975
Olanda	2,0	7,2	1954—1975
Olanda	1,7	..	1954—2000
Portuga a	..	10,5	1954—1960
Portugalia	..	8.5	1960—1970
Romînia	6,3	9,7	1960—1970
Romînia	4,5	6,7	1965—2000
Suedia	..	6,5	1951—2000
Elveția	1,4	3,6	1950—1970
Elveția	1,3	2,0	1950—2000
Anglia	2,0	..	1951—1970
R.F. Germană	1,7	..	1951—1960
Jugoslavia	..	12,0	1951—1955
Jugoslavia	..	7,0	1955—1970
Jugoslavia	..	6,0	1970—2000

2. Resursele energetice clasice ale continentului european

In tabela 6 sînt date pentru toate țările europene estimațiile resurselor cunoscute pînă la ora actuală de combustibili solizi, petrol, gaze naturale cît și resursele hidraulice. Ele sînt exprimate în TWh*) spre a facilita o comparație ulterioară cu necesitățile de energie. Pentru a putea compara resursele hidraulice inepuizabile cu resursele minerale epuizabile, primele au fost considerate pe o perioadă de 1000 ani și au fost adăugate la cele epuizabile obținînd în felul acesta volumul total al resurselor energetice ale țării respective.

S-a căutat să se afecteze fiecărei țări trei coeficienți care să dea o idee imediată a valorii relative a resurselor energetice împărțite în următoarele 3 categorii: combustibili solizi (*A*); petrol și gaze naturale (*B*); potențial hidroenergetic (*C*). Fiecare coeficient are o valoare cuprinsă între 1 și 4 și depinde de densitatea resurselor de categoria respectivă (*A*. *B* sau *C*) pentru fiecare locuitor al țării respective. Astfel o țară foarte bogată în toate felurile de resurse ar avea coeficienții 1; 1; 1, iar o țară foarte săracă, are coeficienții 4; 4; 4. Coeficientul 1 este pentru țările care la categoria respectivă (*A*, *B* sau *C*) au rezerve de 5000 kWh și mai mult pe cap de locuitor; coeficientul 2 pentru țări avînd valori cuprinse între 1250 și 5000 kWh; coeficientul 3 pentru țări avînd valori cuprinse între 250 și 1250 kWh și în fine coeficientul 4 pentru țări avînd sub 250 kWh pe cap de locuitor.

2.1. **Resurse epuizabile.** *2.1.1. Combustibili solizi.* Această categorie de combustibili formează aproape totalitatea resurselor minerale ale Europei. Dacă se compară volumul rezervelor probabile de combustibili solizi cu cantitățile anuale ce se extrag în prezent, rezultă că rezervele ar fi suficiente pentru acoperirea nevoilor pe un număr îndelungat de ani. De fapt însă creșterea cantităților ce pot fi extrase anual este limitată în cele din urmă. Intr-adevăr progresele ce se pot obține prin perfecționarea metodelor de extracție utilizate în tehnica minieră este de cele mai multe ori compensat pe de o parte de faptul că straturile ce se exploatează se află la adîncimi din ce în ce mai mari și că pe de altă parte mîna de lucru disponibilă pentru mine se găsește din ce în ce mai greu

*) 1 TWh = 10^{12} Wh = 10^{9} kWh = 860.10^{9} kcal.

Rezervele de cărbuni, petrol gaze naturale și energie hidraulică exprimate în TWh *Tabela 6*
(Echivalent electric al puterii calorifice totale)
(țările sînt clasate după rezervele lor în ordine crescătoare (coloana 10)

Țara	Total combustibili solizi (TWh)	Rezerve cunoscute de petrol (TWh)	Rezerve de gaze naturale în straturile exploatate (TWh)	Energie hidroelectrică (potențial economic amenajabil) (în TWh/an)	Energie totală (*a*) (TWh)	Rezerve totale de energie pe locuitor (populația la 1 iulie 1953)			
						coeficient indicînd potențialul relativ la combustibili solizi (*A*); la petrol și gaze naturale (*B*); la potențialul hidroenergetic (*C*) (*b*)			MWh pe locuitor
						A	*B*	*C*	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Danemarca	125	—	—	—	125	4	4	4	28
Ungaria	4.160	62	39	2	6.261	4	2	4	652
Grecia	2.500	..	—	5	7.500	4	..	3	962
Italia	6.768	8	742	55	62.518	4	2	3	1.300
Bulgaria	4.620	..	..	6	10.620	4	..	3	1.416
Portugalia	307	..	..	13	13.307	4	..	2	1.547
Romînia	7.481	644	2.608	27	37.733	4	1	2	2.287
Albania	..	36	..	3	3.036	..	1	2	2.530
Irlanda	7.120	—	—	1	8.120	3	4	3	2.800
Olanda	32.020	173	..	—	32.193	3	2	4	3.066
Spania	67.750	..	..	32	99.750	3	..	3	3.500
Franța	97.050	60	64	60	158.674	3	3	2	3.699
Turcia	12.695	44	..	90	102.739	4	3	2	4.566
Finlanda	2.400+	—	—	17+	19.400	4	4	2	4.732
Belgia-Luxenburg	47.904	—	—	1	48.904	2	4	4	5.374
Elveția	—	—	—	30+	30.000	4	4	1	6.122
Austria	6.019	354	..	40	46.373	4	1	1	6.721
R.D. Germană	124.300	..	..	2	126.300	2	..	4	6.902
Jugoslavia	53.130+	90+	29+	67	120.249	3	2	2	7.073
Cehoslovacia	79.250	12	0,3	12	91.262	2	3	3	7.420
Suedia	2.400+	—	—	80	104.720	4	4	1	14.544
Anglia	1.369.200	6	—	9	1.379.022	1	4	4	27.093
R.F. Germană	1.949.500	593	..	16	1.966.093	1	1	3	38.400
Polonia	1.112.325	32	..	6	1.118.357	1	3	4	42.202
Norvegia	64.000	—	—	100	164.000	2	4	1	49.697
Saar	64.000	..	..	—	64.000	1	..	4	64.000
URSS	10.447.732	16.284	10.261	750	11.331.677	1	1	2	54.716

(*a*) Inclusiv energia anuală hidraulică (coloana 5) în TWh/an înmulțită cu 1000 ani (*b*) Categoria 1 = 5000 kWh și mai mult Categoria 2 = între 1250 și 5000 kWh; Categoria 3 = între 250 și 1250 kWh; Categoria 4 = sub 250 kWh.

în țările capitaliste unde domnesc condiții de exploatare foarte grele pentru muncitorii din această ramură industrială. Astfel în Anglia, adîncimea medie a straturilor exploatate, care era de 330 m în anul 1924 atinge în prezent 400 m. In ultimul timp, au fost autorizate recent exploatări de mine cu o adîncime mergînd de la 550 m la 900 m. Această creștere progresivă a adîncimii este însoțită de o creștere a temperaturii și provoacă adesea dificultăți de ventilație.

Aceste fapte au condus anumite țări, avînd totuși rezerve importante, să importe cărbune de un sort anumit, sau să treacă pe alte surse de energie.

In tabela 7 se arată pentru cîteva țări, care este extracția anuală maximă posibilă și durata rezervelor în această ipoteză.

Tabela 7

Limitele probabile ale extracției anuale de cărbune

Țara	Rezerve de cărbune (în 10^6 t)	Extracția maximă anuală posibilă (în 10^6 t)	Durata rezervelor la extracția maximă anuală (în ani)
Belgia	11.000	35	310
Anglia	172.000	260	660
Franța	12.000	55	220[a])

a) Această limitare face ca Franța să importe încă de pe acum în fiecare an cca 15.10^6t de cărbune pentru satisfacerea nevoilor sale.

2.1.2. *Petrol și gaze naturale.* Pînă în prezent URSS și RPR sînt singurele țări din Europa avînd o producție importantă de petrol și gaze naturale, celelalte țări avînd rezerve de petrol considerate ca de mică importanță. Cu toate acestea, explorări recente par a dovedi existența unor resurse notabile și în diferite alte țări (de ex. Austria, Germania).

2.2. **Resurse inepuizabile.** O evaluare precisă a potențialului hidroenergetic este legată de dificultăți deosebite. Totuși o determinare pentru întreg continentul european a fost efectuată pe baza unor studii recente bazate pe o metodă uniformă, ceea ce a permis să se obțină cifre comparabile între ele *). Din aceste studii rezultă că potențialul tehnic reprezintă cca 30% și cel economic cca 20% din cel teoretic, ca valori medii europene. Valoarea procentului reprezentat de potențialul economic, într-o anumită țară este însă variabil; el depinde de numărul de amenajări care au fost studiate de progresul tehnicii, de gradul de echipare deja realizat de necesitățile de consum și de existența sau lipsa altor resurse energetice.

Potențialul economic amenajabil este deci o noțiune ce se cuvine a fi precizată periodic. Astfel se poate cita cazul Suediei unde estimațiile oficiale dădeau un potențial de 32 TWh anual în 1923, care a crescut la 40 TWh în 1938, ajungînd în prezent la valoarea de 80 TWh.

Amenajarea potențialului hidroenergetic este limitată de valoarea importantă a investițiilor necesare și de durata relativ lungă pe care o cere construcția centralelor hidro-electrice .

3. Raportul între repartiția resurselor și necesităților de energie.

Atît resursele cît și necesitățile de energie sînt inegal repartizate în Europa, ca și pe întreg globul de-altfel. Astfel din tabela 1 se vede că necesitățile de energie pe cap de locuitor variază în diferitele țări ale Europei în rapoarte mergînd pînă la de 10 ori într-o țară față de alta, iar din tabela 6 se observă că resursele de energie variază în limite și mai largi (unui locuitor din URSS îi revin resurse de energie de cca 2000 ori mai mari decît unui locuitor din Danemarca).

Din examinarea concomitentă a tabelei 1 și 6 mai reese și faptul că nu există o corelație în același sens între diferențierea ce există între țările europene din punct de vedere al necesităților pe de o parte, și al resurselor de energie, pe de altă parte.

Ar părea natural, în consecință, să se atenueze această lipsă de corelație între cele două diferențieri prin schimburi de energie între țări pe de o parte, și prin înlocuiri ale unei forme de energie prin altele mai convenabile. De fapt, nici unul din acești factori nu are un efect substanțial, după cum se va arăta mai departe.

3.1. **Schimburi de energie.** Procentul energiei schimbate între țări reprezintă foarte puțin din producția totală de energie.

In ceea ce privește cărbunele, doar 12% din cărbunele extras în Europa este consumat dincolo de granițele țării de origină.

Transportul de petrol între țări este relativ mai important deoarece Europa depinde în mare măsură de celelalte continente pentru necesitățile sale în acest combustibil. Totuși, consumul de petrol nu reprezintă decît 13% din consumul tuturor surselor „comerciale" de energie.

Schimburile de energie electrică între țări sînt de asemenea foarte puțin importante. Procentul energiei electrice exportate din țara de origină, a variat în Europa între anii 1937 și 1954 între 1,3% și 1,6% din totalul energiei electrice produse.

Cauzele pentru care energia schimbată între țări nu reprezintă valori însemnate pot fi grupate în mai multe categorii :

3.1.1. *Limitări datorate transportului.* Distanța la care poate fi transportată energia sub diferite forme de transport se lovește în primul rînd de dificultăți, uneori prohibitive, de ordin tehnic. Spre exemplu energia electrică nu poate fi transportată, la nivelul actual al tehnicii, la distanțe depășind 100 km prin cabluri submarine, și la distanțe depășind 1000—1200 km prin linii aeriene de transport de înaltă tensiune (400 kV).

*) Potențialul hidro-electric al Europei, limitele sale teoretice, tehnice și economice (document E/ECE/EP/131).

Această limitare a distanței la care poate fi transportată energia electrică, face ca ea să fie concurată de alte forme de energie. Dacă obstacolul îl constituie marea, energia electrică poate fi transportată sub formă indirectă ca produse finite (de ex. aluminiu), a căror fabricație necesită mari cantități de energie electrică. Transportul prin linii aeriene la foarte mari distanțe nu este oportun decît pentru energia hidroelectrică ieftină, deoarece pentru energia termoelectrică, el este concurat în ultima vreme de transportul cărbunelui, mai ales dacă este vorba de cărbune cu putere calorifică ridicată. In cazul petrolului sau al gazelor naturale, problema aproape că nici nu se pune, deoarece transportul se poate face relativ ușor la distanțe foarte mari, fie prin conducte, fie pe apă.

Transportul energiei necesită instalații specifice al căror cost este foarte ridicat.

In cazul energiei electrice de exemplu, datorită costului construcției liniilor și a pierderilor de transport (pierderi în linie, în transformatori și în mijloacele de compensare necesare stabilității și reglajului tensiunii în sistem), costul transportului unei puteri de 150 MW la 400 km este sensibil egal cu jumătate din cheltuielile necesitate de construcția unei centrale termoelectrice de aceeași putere. Pentru cărbune, transportul intervine în medie cu 12% în prețul de vînzare la consumator.

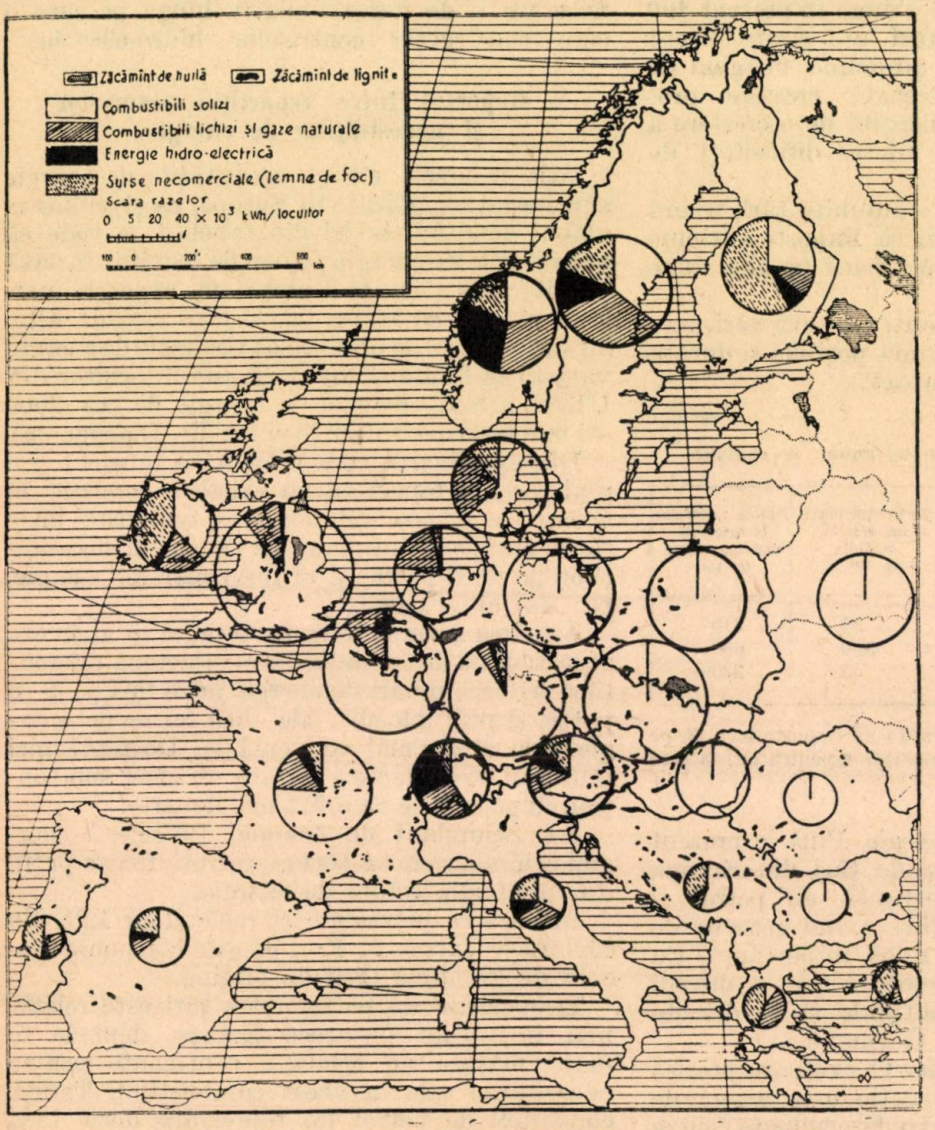


Fig. 1. Consumul aparent brut de energie în Europa în anul 1952.

Pentru petrolul rafinat în țările din Europa occidentală din țiței importat din Orientul-Mijlociu, cheltuielile de transport pe mare reprezintă cca 25% din prețul petrolului rafinat*).

Costul transportului gazelor naturale prin conducte este aproximativ de două ori mai ridicat decît cel al petrolului, raportate amîndouă la calorie. Costul transportului este sensibil mai mic, dacă gazele sînt transportate, după ce în prealabil au fost lichefiate.

Importanța investițiilor necesare mijloacelor de transport cer ca resursele de energie ce urmează a fi transportată să fie suficient de mari spre a permite amortismentele acestor investiții. Numărul relativ redus de regiuni care au potențial energetic atît de ridicat încît să satisfacă această condiție, constituie el însuși un factor care limitează posibilitățile de transport.

3.1.2. *Utilizarea energiei.* In timp ce producția de cărbune, petrol sau gaze este sensibil continuă, uilizarea acestora nu este în aceeași măsură și depinde în parte de anotimpuri. Depozitarea acestor produse, care dealtfel antrenează cheltuieli suplimentare, ridică de cele mai multe ori dificultăți importante.

In ceea ce privește energia electrică, ea nu poate fi înmagazinată decît sub formă de cărbune în depozitele centralelor termoelectrice, sau sub formă de apă acumulată în lacuri. Dimpotrivă variațiile de consum sînt foarte mari nu numai cele sezoniere, dar în special în decursul unei zile. In Europa, în anul 1953, capacitatea

*) „Prețul produselor petrolifere în Europa Occidentală (E/ECE/205)".

lacurilor de acumulare atingea 10% din producţia hidroelectrică, în timp ce în cea de a treia miercuri din luna decembrie a aceluiaşi

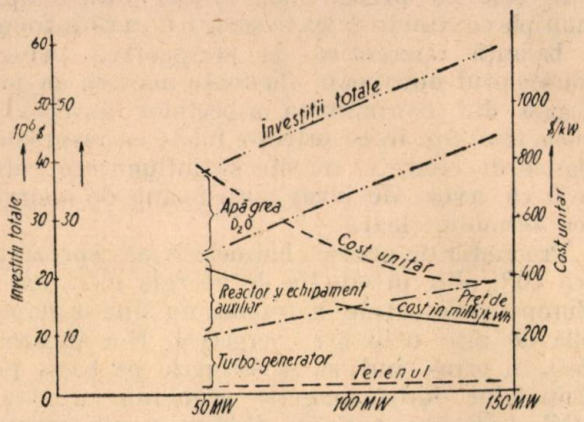


Fig. 2. Valoarea investiţiilor necesare construirii de centrale nucleare de 50—150 MW în SUA.

Preţ de cost (mills/kWh)

	50 MW:	100MW:	150MW:
Sarcini fixe	15,1	10,0	8,0
Cheltuieli de exploatare	7,0	5,0	3,5
Preţ de cost	22,0	15,0	11,5

an, raportul puterii de vîrf către puterea la golul de noapte a fost de 2 : 1.

3.1.3. *Frontierele administrative.* Schimburile de energie creează oarecare dependenţă între ţările importatoare şi ţările exportatoare. Primele au deci tendinţa de a exploata la maximum propriile lor resurse, înainte de a face apel la exterior.

Tendinţa actuală constă totuşi în a îndulci barierele administrative şi vamale care se opun la astfel de mişcări de energie, ţinînd totuşi cont de evoluţia nevoilor locale.

Astfel Europa Occidentală importa în 1929 35% din ţiţeiul disponibil la export din lume; şi 94% în 1953. In acelaş timp importul de produse rafinate a scăzut de la 60% la 7% din consumul brut.

Ce modificări se pot aştepta în viitor în problema schimburilor de energie între ţări?

Printre noile forme de energie ce pot fi luate în considerare, puţine din acestea se pretează la transport pe distanţe lungi.

Energia mareelor nu poate fi întrebuinţată decît într-un mic număr de locuri unde amplitudinea mareelor este suficientă.

Utilizarea economică a energiei eoliene nu se poate concepe decît prin aeromotoare de putere relativ redusă şi localizate.

Energia termică a mărilor şi energia solară par a nu putea încă găsi aplicaţii în Europa.

Dintre resursele clasice de energie, doar pentru petrol si gaze se poate prevedea o creştere a cantităţilor trecînd dintr-o ţară în alta, chiar dacă apar rezerve noi în Europa.

Dimpotrivă, introducerea energiei nucleare va modifica considerabil datele problemei, deoarece cheltuielile de transport ale combustibilului sînt în acest caz neglijabile şi centralele pot fi uşor amplasate în imediata apropiere a centrelor de consum, independent de localizarea resurselor de combustibil.

3.2. **Substituirea unor surse de energie prin altele.** Pe măsura creşterii industralizării, asistăm la o înlocuire treptată a utilizării surselor „necomerciale" prin surse „comerciale" de energie. Acest lucru apare clar din tabela 8.

Tabela 8

Consumul surselor comerciale de energie în raport cu consumul total de energie în anul *1952*

Ţara	Consumul de energie comercială în raport cu consumul total de energie în anul 1952 (în %)
Finlanda	41,8
Portugalia	51,9
Grecia	55,8
Turcia	56,6
Irlanda	58,3
Jugoslavia	63,9
Italia	76,2
Spania	77,7
Suedia	81,5
Norvegia	82,5
Austria	87,1
Elveţia	89,5
Danemarca	89,5
Franţa, Saar	94,1
RF Germană	95,8
Olanda	97,4
Belgia-Luxemburg	99,3
Anglia	99,6
Europa	93,0

Tabela 9 valabilă pe plan mondial indică proporţia de energie „comercială" consumată în diferitele ţări din Europa. In fine tabela 10 redă

Tabela 9

Consumul mondial al surselor comerciale de energie în raport cu consumul total de energie

Anul	Consum relativ al surselor comerciale—surse necomerciale = 100)	Cousumul surselor comerciale în procente din corsumul total de energie
1860	37,7	27,4
1870	54,8	35,4
1880	79,4	44,3
1890	114,0	53,3
1900	167,0	62,5
1910	212,2	68,0
1920	267,2	72,7
1930	276,1	73,4
1940	372,9	78,9
1950	395,8	79,8
1953	511,9	83,7

procentele medii de creştere a consumului împărţit pe surse de energie „comercială" pentru Europa, fără URSS. Se constată din acest tabel tendinţa de a rămîne staţionar, a consumului de cărbune, care are o importanţă mereu descrescătoare în bilanţul energetic.

Paralel cu aceasta consumul de produse petrolifere şi de gaze naturale s-au dezvoltat considerabil. Aceste aspecte denotă o evoluţie contrară

Tabela 10

Procente anuale de creştere ale consumului de energie în Europa (fără U.R.S.S.)

Categoria	Perioada	
	De la 1937 la 1953	De la 1949 la 1953
Combustibili solizi	0,7	3,4
Combustibili lichizi	5,1	11,8
Gaze naturale	5,2	20,0
Energie hidro-electrică	5,0	11,0
Total energie electrică	5,2	9,3
Total energie din surse comerciale	1,2	4,8

unei politici de economie energetică care constă în cruţarea combustibililor superiori şi folosirea cît mai intensă a celor inferiori şi a energiei hidroelectrice.

In ceea ce priveşte energia electrică, creşterea ei este rapidă, în special în comparaţie cu cea a consumului total de energie.

4. Schiţa balanţei energetice întocmită pe bază de resurse clasice

In cele ce preced s-au arătat dificultăţile multiple ce stau în calea încercării de a se întocmi o balanţă energetică de perspectivă pentru continentul european. Cu toate acestea se pot degaja din examinarea aspectelor anterioare unele tendinţe în ce priveşte folosirea resurselor clasice de energie, menite să influenţeze rolul ce îl va avea de jucat noua formă de energie cea termo-nucleară.

Producţia de energie hidroelectrică reprezintă cca 40% din producţia de energie electrică a Europei şi resursele hidraulice nu sînt susceptibile de alte utilizări energetice. S-a încercat deci, în prim rînd, să se estimeze pe baza potenţialului hidroenergetic economic amenajabil al fiecărei ţări, în cît timp aceste resurse vor fi complet amenajate în fiecare ţară. In acest scop, s-a pornit de la producţia hidroelectrică medie în anul 1954 şi s-au considerat creşterile procentuale indicate de diverse ţări, iar pentru celelalte s-a presupus că producţia de energie hidroelectrică se va dubla la fiecare 10 ani. Această presupunere simplificatoare

Tabela 11

Gradul de amenajare al potenţialului hidro-energetic al Europei la *1* ianuarie *1955* (Ţările sînt clasate în ordinea coloanei *6*)

Ţara	Potenţial economic neamenajat încă (TWh/an)	Producţia hidroelectrică medie în anul 1954		Perioada în care resursele hidro-energetice vor putea face faţă creşterii consumului (a)	
		în % din resursele hidro-electrice totale	în % din producţia de energie electrică totală în anul 1954	Număr de ani	Anul în care potenţialul economic va fi complet amenajat
1	2	3	4	5	6
Olanda	—	—	—	—	—
Saar	—	80	1	—	—
Irlanda	300	71	51	5	1959
Danemarca	20	60	1	7	1961
RF Germană	6.150	62	15	7	1961
Italia	24.200	56	87	9	1963
Franţa	35.590	40	53	13	1967
Finlanda	12.000	31	92	13	1967
Suedia	56.400	30	99	19	1973
RD Germană	1.480	26+	2+	19	1973
Elveţia	15.200	49	112	20	1974
Spania	23.650	25+	83+	20	1974
Anglia	7.160	24	3	21	1975
Norvegia	78.110	22	100	22	1976
Portugalia	11.550	11	87	24	1978
Belgia	395	28	1	25	1979
Polonia	4.600	16+	6+	26	1980
Cehoslovacia	10.700	14+	13+	28	1982
Bulgaria	5.150	14+	47+	28	1982
Austria	33.000	18	73	33	1987
Luxemburg	60	6	—	40	1994
Grecia	5.070	1	3	46	2000
Ungaria	1.450	3+	1+	49	2003
Jugoslavia	64.690	3	53	54	2008
Romînia	26.670	1+	9+	63	2017
Turcia	89.900	—	6	101	2055
Total	513.495	23	38	21	1975
URSS	439.000+)	5+	17+	42	1996

(*a*) S-a ţinut cont de procentele de creştere indicate de diferite ţări (cele *cursive* în col. 1). Pentru celelalte s-a admis ipoteza simplificatoare că producţia hidroelectrică se va dubla la fiecare 10 ani.

este pe alocuri diferită de realizările probabile (astfel în țările cu structură socialistă dublarea are loc în termene mult mai scurte); totuși era necesară o ipoteză medie pentru intregul continent. Rezultatele acestor estimațiuni apar în tabela 11. Din acest tabel, dacă privim mai întîi țările pentru care resursele hidraulice constituie partea esențială a resurselor lor energetice, se constată că unele dintre ele ca Spania, Finlanda, Italia, Suedia și Elveția vor ajunge probabil la o amenajare totală a potențialului lor economic în viitorii 20 ani. Doar Austria, Norvegia, Portugalia, Romînia, Turcia, și Jugoslavia vor dispune de un anumit potențial hidroenergetic și după această perioadă de timp.

Dintre țările care dispun și de importante resurse minerale trebuie subliniat cazul Franței, pentru care potențialul hidroenergetic va fi de asemenea complet amenajat în viitorii 20 ani; acastă țară va fi deci obligată să recurgă din ce în ce mai mult la resursele minerale a căror extracție anuală este de altfel insuficientă încă de pe acum. Potențialul hidro al Bulgariei, Greciei și Ungariei nu va fi, pare-se, epuizat în această perioadă.

In fine, în ceea ce privește țările în care predomină resursele minerale, s-a arătat mai înainte că deși în mod teoretic aceste resurse erau capabile de a asigura creșterea continuă a consumului de energie pentru mulți ani, totuși limitarea posibilităților de extracție trebuie să conducă în mod rapid aceste țări la utilizarea unor alte surse de energie. Această nevoie se face imperios simțită în anumite țări ca Anglia și se pare că și alte țări ca Belgia și Cehoslovacia vor simți dificultăți similare într-un termen relativ scurt, adică de 10—15 ani.

B. INFLUIENȚA FACTORILOR ECONOMICI

1. Tendințele actuale ale prețului de cost al energiei electrice

Pentru producerea de energie hidroelectrică, în toate țările se amenajează mai întîi căderile de apă cele mai avantajoase, deci cele mai puțin costisitoare, trecînd apoi treptat la amenajările mai puțin economice. Drept urmare, ar trebui să se constate o creștere treptată a prețului de cost al energiei hidroelectrice pe măsură ce o țară se apropie de limita de echipare a potențialului hidroenergetic economic amenajabil. De fapt, problema este complexă și este greu de stabilit, chiar pentru o anumită țară, curbe ale acestor prețuri în funcție de gradul de echipare. O dificultate suplimentară mai apare și prin aceea că intră ca factor important deosebirea între centralele pe firul apei și centralele cu rezervor de acumulare.

In mod general, se poate spune însă, că sporirea prețului de cost al energiei hidroelectrice nu se face simțită chiar pe perioade de timp relativ lungi, deoarece ea este compensată de influența progresului tehnic care acționează în sensul scăderii prețului de cost. Acest progres se manifestă în ultima vreme prin metodele utilizate la străpungerea galeriilor și în construcția noilor turbine de puteri mari utilizate pentru echiparea căderilor mici cu debite mari. Totuși de la un anumit grad de amenajare, care este apropiat de limita potențialului economic amenajabil, prețurile cresc în mod simțitor.

In centralele termoelectrice progresul tehnic se manifestă prin scăderea continuă a consumului specific de combustibil pentru 1 kWh produs. Intr-o perioadă de 33 ani (1920—1953 consumul specific mediu de combustibil a scăzut în lume de peste 6 ori, iar pentru anumite unități caracteristice se constată că acest consum specific a scăzut în Europa de la 7000 kcal/kWh în 1920 la 2760 kcal/kWh în 1955. Randamentul mediu al centralelor termoelectrice din Belgia care este evaluat la 3800 kcal/kWh în 1955, va trebui să evolueze, după previziunile oficiale ale acestei țări, la 2400 kcal /kWh în 1975 și 2300 kcal/kWh în anul 2000.

Aceste scăderi se datorează utilizării unor temperaturi și presiuni din ce în ce mai ridicate și prin creșterea randamentului termodinamic, a cărui limită teoretică este însă dealtfel foarte apropiată. Un alt factor esențial este utilizarea de grupuri din ce în ce mai mari. Astfel Directivele pentru cel de-al 6-lea plan cincinal al URSS prevăd construirea de grupuri termoelectrice de 200—300 MW iar în SUA de asemenea societățile Detroit Edison Company și Consolidated Edison Company prevăd instalarea în anul 1957 a unor grupuri de 300 MW. Rezultă deci că numărul de calorii consumate nu crește proporțional cu producția de energie termoelectrică. In Franța de pildă, o sporire de 4 ori a producției de energie termoelectrică se presupune că nu ar necesita decît o triplare a numărului de calorii necesare.

Ca un factor antagonist apare prețul de cost al cărbunelui care are tendință de creștere pe măsură ce se exploatează straturi aflate la adîncimi mai mari. Casarea grupurilor vechi și costul înlocuierii lor cu unități moderne vor conduce de asemenea la cheltuieli ce nu vor fi totdeauna rapid recuperate prin cîștigul realizat ca urmare a diferenței de randamente.

Indiferent de natura, hidraulică sau termică, a instalațiilor de producere, interconexiunea rețelelor și concentrarea producției sînt factori meniți să scadă prețul de cost al energiei, dar efectul lor este relativ limitat. In concluzie, progresul tehnic pare a nu putea compensa complet elementele care provoacă o sporire a prețului de cost al energiei electrice produse prin mijloace clasice. Acest fenomen apare în special în țările puternic industralizate unde marile progrese tehnice sînt mai larg înfăptuite, și de la acest factor nu se mai pot aștepta efecte atît de simțitoare ca în țările mai slab dezvoltate din punct de vedere industrial.

Momentul de la care energia termo-nucleară va începe să se integreze în mod masiv în balanța energetică a unei anumite țări este acela în care prețul de cost al energiei produse pe bază termo-nucleară, și care scade continuu, va ajunge egal și apoi inferior prețului de cost al energiei produse din resurse clasice.

2. Prețul de cost al energiei electrice produse pe bază termonucleară

După cum se știe, pînă în prezent singura unitate de producere pe scară industrială a energiei electrice de acest nou gen, este centrala atomo-electrică de 5000 kW din URSS. Elementele de care se dispune în privința prețului de cost al energiei sînt foarte reduse și bazate în general, pe evaluări făcute pentru centralele în proect sau în construcție. Aceste elemente sînt deci susceptibile de modificări importante cu ocazia realizării centralelor respective. Intre altele durata de viață a elementelor componente ale reactorilor și deci perioada lor de amortizare sînt destul de vag precizate. Abia cu timpul se va putea dispune de elemente de informare mai precise. Pe de altă parte, plutoniul obținut ca rezultat al reacției din reactor poate interveni ca element important în reducerea prețului de cost al energiei produse.

In general, se poate spune că centralele nucleo-termoelectrice necesită investiții importante, datorită în primul rînd, costului ridicat al reactorilor. In linii mari, dacă în termocentralele clasice circa două treimi din prețul de cost revine combustibilului și o treime cheltuielilor de exploatare și amortismentelor, în centralele nucleo-termoelectrice proporția se inversează, cel puțin pentru primele centrale construite, din această categorie. Acest rol preponderent al investițiilor are o serie de consecințe importante.

Mai întîi se poate intrevedea în timp scurt o scădere sensibilă a prețului de cost deorece progresul tehnic va avea ca urmare în special o reducere a costului reactorilor.

O altă consecință este că rentabilitatea unor astfel de instalații va fi funcție de utilizarea lor. Majoritatea țărilor prevăd un factor de încărcare de 80% (corespunzînd la cca 7000 ore de utilizare anuală a puterii instalate) deci aceste centrale sînt gîndite a funcționa ca centrale de bază.

O a treia urmare, este că prețul de cost al kWh produse va fi cu atît mai coborît cu cît puterea instalată va fi mai ridicată. Diagrama din fig. 2 arată variația cheltuielilor totale de investiții, al cheltuielilor pe kW instalat și al prețului de cost al kWh produse pentru centrale a căror putere variază între 50 și 150 MW.

Din cauza diversității tipurilor de reactori întrebuințați, a puterilor instalate variabile ale centralelor proiectate a se construi, a costului încărcăturii inițiale cu combustibil nuclear, și încă a altor factori este greu a se face o comparație a prețurilor de cost la care se poate ajunge în prezent pentru energia produsă. Acestea se întind într-o gamă mergînd de la 4 la 15 mills/kWh, prețul pentru centralele mici fiind bine-înțeles mult mai ridicate. Nu pare deci posibil, ca în momentul de față, să se poată afirma în mod categoric că prețul energiei nucleo-termoelectrice să fie echivalent cu al energiei electrice produse în centrale termoelectrice clasice. Cu toate acestea, se poate prevedea că nu este departe timpul cînd acest lucru se va realiza. Părerea unanimă este că în deceniul care urmează progresele tehnice se vor concretiza în soluții care să ofere pentru centralele nucleo-termoelectrice condiții economice cert mai avantajoase decît cele ale centralelor termo-electrice clasice.

In acest sens încă de pe acum, delegația URSS la conferința de la Geneva a subliniat o serie de elemente economice în favoarea primei categorii de centrale.

Astfel consumul de materiale este mai mic la centralele nucleo-termoelectrice față de cele ale unei centrale termoelectrice cu cărbune după cum rezultă din tabela 12. In plus numărul de muncitori este mai mic, spațiul necesar pentru construcție este mult mai mic și prețul de cost al kWh deși nu este încă mai mic are toate șansele să devină mai mic în viitorul apropiat.

Tabela 12

Comparație între indicii constructivi la o centrală nucleo-termoelectrică și o centrală termoelectrică clasică de *100* MW

Indice	Centrala nucleo-termoelectrică	Centrala termo-electrică clasică
Mașini și mecanisme . . .	700 tone	2700 tone
Construcții metalice . . .	900 tone	1250 tone
Conducte și armături . .	200 tone	300 tone
Material refractar (grafit)	500 tone	1500 tone
Mecanisme pentru depozitarea și manipulatea cărbunelui	—	2500 tone
Volume de beton	9000 m^3	4000 m^3
Volumul clădirilor fără sala turbogeneratorilor (comună)	50000 m^3	75000 m^3
Teritoriu	5 ha	15 ha
Consum propriu tehnologic	5%	8%

C. CONCLUZII

Din examinarea balanței resurselor și necesitățile de energie ale Europei, pe de o parte, cît și a factorilor economici ce au un rol hotărîtor în chestiunea introducerii energiei produse pe bază termo-nucleară se pot trage următoarele concluzii, valabile pentru momentul de față și susceptibile de modificări substanțiale în viitorii 10—20 ani :

— Majoritatea țărilor Europei nu dispun de resurse naturale energetice suficiente pentru a le permite să facă față necesităților mereu crescînde ale perioadei ce urmează. Intr-un număr de ani, mai mare sau mai mic de la

țară la țară, aceste țări vor fi nevoite să recurgă la energia termo-nucleară spre a compensa deficitul lor energetic. Cu toate acestea, integrarea acestei noi forme de energie va fi progresivă și ea nu prezintă un caracter de stringentă urgență decît în cîteva țări.

— In ceea ce priveste prețul de cost al energiei nucleotermoelectrice există date foarte puține și discutabile, încît nu se poate încă afirma în mod cert că acest gen de energie poate concura în condiții economice mai avantajoase cu energia termoelectrică clasică.

— Cu toate acestea, există toate motivele de a întrevedea într-un viitor relativ apropiat, de circa 10 ani, o coborîre a prețului energiei nucleo-termoelectrice pînă la sau chiar sub prețul energiei termoelectrice clasice.

— Ca urmare la această situație este necesar să se continuie eforturi susținute pentru amenajarea în continuare a resurselor hidroenergetice, care în multe țări sînt abia atacate și unde un potențial însemnat rămîne neutilizat. Printre aceste țări se numără și țara noastră.

— Centralele hidroelectrice pe firul apei vor trebui amenajate datorită prețului de cost al energiei produse în ele care uneori este excepțional de redus așa încît mult timp nici nu se poate ridica problema de a fi concurat de energia nucleo-termoelectrică. Cît despre hidrocentralele cu lac de acumulare ele vor fi neapărat necesare, deși mai scumpe, pentru a produce energie de vîrf, cu atît mai mult cu cît centralele nucleo-termoelectrice par a se adapta cel mai bine condițiilor unor centrale de bază.

— O altă acțiune care trebuie continuată și intensificată este interconexiunea între țări care permite realizarea a o serie de avantaje economice și de exploatare cum ar fi : reducerea puterilor totale instalate ; reducerea rezervei necesare în sistem ; compensarea regimurilor hidraulice variabile ; etc.

— Integrarea energiei termo-nucleare se poate face nu numai sub formă electrică, ci și termică, în centrale electrice de termoficare urbană și industrială.

— Din cauza volumului important al investițiilor la o centrală nucleo-termoelectrică, funcționarea cea mai potrivită pentru astfel de centrale pare a fi aceea de centrale de bază. Totuși, în anumite cazuri se poate pune problema de a afecta acestor centrale rolul de centrale de vîrf. In acest scop este necesar să se întreprindă studii mai detaliate privitor la utilizarea optimă a acestor centrale.

— In măsura în care este mai avantajos să se confere acestor centrale rolul de centrale de bază, apare oportun să se introducă transformarea prin pompare a energiei produse de ele în timpul orelor de gol în energie hidraulică de vîrf. Această transformare prin pompare care este introdusă în unele țări din Europa și care în ultimul timp a fost mai mult sau mai puțin abandonată datorită lipsei de combustibil chiar pentru producerea de energie în orele de gol, va putea fi reconsiderată.

— Instalațiile trebuind să fie de puteri importante spre a fi rentabile, vor necesita sume considerabile mai ales pentru început. De aceea, s-ar putea să fie de dorit ca unele țări să-și unească eforturile în scopul coordonării investițiilor necesare. O astfel de coordonare ar putea interveni în vederea construirii uzinelor pentru prepararea izotopilor sau fabricarea de apă grea. O coordonare similară se poate face între mai multe țări în vederea schimbului de experiență pe subiecte bine determinate de exemplu asupra caracteristicilor tehnice și economice ale diverselor tipuri de reactori.

— Energia termo-nucleară va avea desigur un rol important de jucat și în energetica țării noastre, într-un viitor nu tocmai îndepărtat. Introducerea centralelor nucleo-termoelectrice pune în fața oamenilor de știință, inginerilor și tehnicienilor din țara noastră sarcina importantă pentru aceștia de a-și însuși cunoștințele necesare stăpînirii și folosirii noi forme de energie.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ В ДАЛЬНЕЙШЕМ РАЗВИТИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Приводятся основные факторы, от которых зависит дальнейшая роль термоядерной энергии в развитии энергетического хозяйства Европы, согласно трудам Комитета Электроэнергии Экономичеекой Комиссии для Европы при ООН.

Рассматриваются факторы положенные в основу составления общего энергетического баланса (включая все виды классической энергии : электрической, тепловой, механической и др.) подлежащих удовлетворению энергетических рессурсов и расходов, а также экономические факторы, влияющие на себестоимость производимой ядерно-теплоэлектроцентралями энергии, для возможности конкурирования с энергией вырабатываемой классическими источниками.

DIE AUSSICHTEN DER KERNENERGIE IN DER ZUKÜNFTIGEN ENTWICKLUNG DER EUROPÄISCHEN ENERGIEWIRTSCHAFT.

Der Verfasser stellt die Hauptzüge der allgemeinen Lage dar und beschreibt die Rolle die die Kernenergie in der Entwicklung der europäischen Energiewirtschaft in Zukunft spielen wird, sowie es aus den Arbeiten des Komitees für elektrische Energie der im Rahmen der in der UNO wirkenden europäischen Wirtschaftskommission hervorgeht.

Der Verfasser untersucht die Faktoren, die bei der Aufstellung einer allgemeinen energetischen Bilanz der bestehenden Energiequellen (einschl. aller Formen klassischer Energie : elektrische, thermische, mechanische usw), und des zu deckenden Energiebedarfes, zu Grunde stehen sowie d.e wirtschaftlichen Faktoren die den Kostenpreis der in Kraftwerken erzeugten Energie derart bee.nflussen, dass sie mit der aus klassischen Quellen erzeugten Energie wetteifern kann.

LEFORDITVA
684 Sm 5/67

Evidenţa-factor important pentru analiza, normarea şi reducerea consumurilor specifice de energie electrică

Ing. V. CARACUDOVICI şi *Ing. C.NAGY*

In acest articol se analizează bazele organizării unui sistem de evidenţă energetică şi de producţie industrială, care să corespundă şi scopului de normare şi reducere a consumurilor specifice de energie electrică.

Acţiunea de normare şi reducere a consumurilor specifice de energie electrică a început în ţara noastră numai de cîţiva ani. Incă de la început s-au întîmpinat greutăţi mari, datorită organizării necorespunzătoare a evidenţei, în general şi a evidenţei energetice, în special.

După cum se ştie, consumul specific de energie electrică este dat de raportul între cantitatea de energie electrică consumată de un agregat, o secţie sau o fabrică într-un anumit interval de timp şi producţia realizată de agregatul, secţia sau fabrica respectivă, în acelaşi interval de timp. Deci pentru determinarea şi urmărirea consumului specific de energie electrică, trebuie urmărită energia electrică consumată, pe de o parte şi producţia realizată, pe de altă parte.

In întreprinderile industriale din ţara noastră, evidenţa producţiei finite este relativ bine pusă la punct, întrucît pe baza ei se face planificarea şi se urmăreşte realizarea planului întreprinderii respective. Evidenţa producţiei nefinite, care nu părăseşte fabrica, ci trece într-o altă treaptă de fabricaţie însă, în cele mai multe cazuri lipseşte complet sau se bazează pe calcule contabile care nu oglindesc situaţia reală din întreprinderea respectivă.

Evidenţa energiei consumate, se urmăreşte în general pe întreaga întreprindere, şi aceasta cu deficienţe serioase, întrucît înglobează pe lîngă consumurile tehnologice principale şi auxiliare care deservesc direct sau indirect procesul tehnologic şi consumuri străine de procesul tehnologic. Evidenţa consumurilor de energie pentru secţii, subsecţii sau marile agregate, de cele mai multe ori lipseşte şi chiar dacă există aceasta nu ţine seama de o separare netă a secţiilor după procesul tehnologic respectiv, ci de o separare a secţiilor după amplasamentul lor teritorial.

Dată fiind această situaţie, prezentul articol, îşi propune să lămurească o serie de probleme, în legătură cu organizarea unui sistem judicios de evidenţă, care poate servi ca îndreptar pentru energeticienii industriali, care se preocupă cu problema normării şi reducerii consumurilor specifice de energie electrică.

Mai întîi trebuie făcute cîteva precizări în legătură cu structura normelor de consum specific de energie electrică.

Consumul specific tehnologic este acel consum specific de energie electrică, care se referă numai la agregatele principale, care participă direct la transformările care au loc în procesul respectiv şi ca atare intră integral în norma de consum specific de energie electrică pentru agregatul, secţia sau fabrica respectivă.

De exemplu: consumul cuptorului electric de topit oţel pentru un cuptor electric ca agregat, consumul morilor de ciment pentru o secţie de măcinare a cimentului, consumul defibratorului, holendrului, sortatoarelor şi maşinilor de tras pentru o fabrică de hîrtie, etc.

Consumul specific auxiliar, se referă la agregatele auxiliare care deservesc agregatele principale, secţiile sau fabrica întreagă: ventilatoare, transportoare, pompe, iluminat, încălzit, compresoare, concasoare, mici ateliere auxiliare de întreţinere etc. Consumul acesta auxiliar, se adaogă la norma de consum specific de energie pentru agregatul principal, dacă se referă la agregate auxiliare, care deservesc agregatul principal; se repartizează la toate agregatele din secţie, dacă se referă la agregate auxiliare care deservesc secţia, şi se repartizează la toate secţiile, dacă se referă la agregate auxiliare care deservesc întreaga fabrică. Repartizarea acestor consumuri auxiliare trebuie făcută, dacă este posibil, pe baze reale, adică pe baza unor măsurători de control, în cazul cînd reprezintă numai cîteva procente din consumul tehnologic respectiv sau trebuie urmărite separat, în cazul cînd reprezintă o cotă parte mai mare. In cazul folosirii repartizării prin măsurători de control, acestea trebuie repetate din timp în timp şi în special atunci cînd în secţia respectivă s-au produs anumite schimbări esenţiale.

Consumul pentru iluminatul interior şi exterior se repartizează în felul arătat mai sus, numai dacă reprezintă o cotă mică faţă de întregul consum tehnologic. Dacă acest consum însă este important, se pot intocmi norme separate pentru fiecare lună, avînd în vedere că acest consum diferă de la lună la lună.

De asemenea, consumul pentru pomparea apei tehnologice şi pentru producerea aerului comprimat, atunci cînd este important, se

poate urmări prin norme separate pentru stația de pompare sau pentru stația de compresoare respectivă.

Consumul atelierelor de reparații, care deservesc întreprinderea, poate de asemenea să fie cuprins în norme separate întrucît atelierele sînt diferite ca mărime si ca echipare tehnică, de la fabrică la fabrică, și de multe ori produc și anumite obiecte pentru vînzare, în afara reparațiilor executate pentru procesul tehnologic respectiv.

In orice caz, structura normei de consum specific de energie electrică trebuie să fie uniformă pentru toate intreprinderile dintr-o anumită ramură industrială pentru a se putea face comparația intreprinderilor din aceeași ramură și pentru a se putea stabili norme globale de consum specific de energie electrică pe ramură.

In normele de consum specific de energie electrică, în nici un caz nu trebuie incluse consumurile de energie pentru scopurile social culturale ale fabricii (cantină, club, cămin, colonie, creșe etc.) și cu atît mai mult livrări de energie pentru consumatori particulari sau pentru alte întreprinderi.

Schema fluxului tehnologic și energetic

Pentru a se putea organiza un sistem de evidență, corespunzător scopului de normare și reducere a consumului specific de energie electrică este necesar să se înceapă cu întocmirea schemei fluxului tehnologic și a fluxului de energie electrică.

La întocmirea schemelor fluxurilor tehnologice și electroenergetice, trebuie să se aibă în vedere scopul lor, adică urmărirea transformărilor suferite de materiile prime de-a lungul proceselor tehnologice și indicarea locului, felului și cantităților de energie electrică care participă la aceste transformări. De aceia, în general schemele trebuie să fie simple și sugestive, să evite indicarea elementelor care nu sînt în legătură cu scopul urmărit ca : formele exterioare ale agregatelor, amplasamentul topografic etc.

Intrucît prin reprezentarea grafică nu se pot da toate indicațiile necesare scopului urmărit, schemele respective vor fi însoțite de memorii descriptive, în care se vor face scurte descrieri asupra proceselor tehnologice respective, și se vor da toate datele de care este nevoie pentru acțiunea de normare și reducere a consumurilor specifice de energie electrică.

In general, schema fluxului tehnologic și a fluxului energetic trebuie să cuprindă următoarele obiective :

a) Din punct de vedere tehnologic :

— Indicarea drumului pe care îl parcurge materialul prelucrat de-a lungul procesului tehnologic, de la materia primă, pînă la produsul finit.

— Indicarea ramificațiilor procesului tehnologic, a punctelor în care se introduc noi materii prime și a punctelor în care anumite produse (semifabricate) părăsesc procesul tehnologic respectiv.

— Indicarea locului unde sînt posibile stocuri intermediare importante, mărimea lor și în ce măsură variază acestea în timpul producției.

— Impărțirea procesului tehnologic în secții și subsecții, cu separarea în cadrul acestora a agregatelor mari consumatoare de energie electrică, către care trebuie indreptată atenția în problema normării și reducerii consumului specific de energie electrică.

— Indicarea agregatelor sau secțiilor auxiliare care deservesc direct sau indirect procesul tehnologic respectiv, precum și a consumatorilor străini de procesul tehnologic, în cazul că aceștia există.

— Indicarea posibilităților de control calitativ și cantitativ asupra materiilor prime, semifabricatelor și produselor finite, aparatele folosite, locul de montare, precizia de măsurare etc.

b) Din punct de vedere energetic :

— Configurația schematică a rețelei electrice de distribuție a intreprinderii respective (schema electrică monofilară principală).

— Indicarea ramificațiilor principale, pentru consumatorii tehnologici principali, a ramificațiilor auxiliare, pentru consumatorii auxiliari care deservesc procesul tehnologic și a ramificațiilor pentru consumatorii complet străini de procesul tehnologic.

— Indicarea parametrilor diverselor ramificații de flux electroenergetic (felul curentului tensiune etc.).

— Indicarea locurilor unde poate fi măsurată cantitatea de energie electrică consumată de agregate, secții, fabrică sau alți consumatori, precum și aparatele utilizate în acest scop.

Pe baza acestor scheme ridicate real în întreprinderile respective, se pot determina modificările necesare în schema electrică, cum trebuie regrupate aparatele de măsură existente și ce aparate noi trebuie montate pentru a se putea cunoaște atît energia electrică consumată de un agregat, o secție sau fabrică cît și producția realizată de acestea.

Aceste modificări în măsura în care se realizează practic se includ și în schemele respective, în așa fel încît, acestea să oglindească situația reală din întreprinderea respectivă, la un moment dat.

Schema fluxului tehnologic, și energetic este cu atît mai necesară, cu cît procesul tehnologic este mai complex, tocmai prin faptul că dă imaginea clară și simplificată a acestuia. Gradul de detaliere a schemei respective, va fi funcție de adîncimea la care se face studiul respectiv.

In cazul cînd studiul consumului specific se extinde și la alte forme de energie (energie termică, combustibil, aer comprimat, apa sub presiune ,frig etc.) atunci, fie că se intocmesc scheme noi pentru fiecare formă în parte, fie că se completează schema despre care s-a vorbit

mai sus şi cu celelalte fluxuri de energie care participă la procesul tehnologic respectiv.

O atenţie deosebită trebuie acordată energiei electrice utilizată de procesul tehnologic sub forma de aer comprimat sau apă tehnologică, în cazul cînd acestea intervin cu o pondere mai mare în consumul de energie al intreprinderii respective, căutîndu-se să se studieze aceasta separat.

Pentru exemplificare se dă sub formă de anexă la acest articol, o schemă a fluxului tehnologic şi electroenergetic la o fabrică de ciment împreună cu memoriul descriptiv respectiv.

Unitatea de producţie la care se raportează consumul specific de energie electrică

In afară de intocmirea schemei fluxului tehnologic şi a fluxului energetic, pentru organizarea unui sistem de evidenţă corespunzător trebuie să se aleagă unitatea de măsură în care trebuie exprimată producţia pentru determinarea consumului specific de energie electrică, întrucît printr-o alegere judicioasă a acestei unităţi se pot aduce simplificări esenţiale în sistemul de evidenţă.

In cazul cînd producţia este omogenă raportarea consumului de energie electrică se face direct la producţia finită exprimată în unităţi naturale (tone, metri, bucăţi etc). De exemplu la extracţia cărbunelui sau minereului, consumul de energie electrică se raportează la producţia de cărbune sau minereu exprimată în tone, la fabricarea unei piese de mare serie consumul specific se exprimă în kWh/bucată (în cazul că secţia sau agregatul respectiv nu mai produce şi alte piese).

In cazul producţiei neomogene alegerea unităţilor este mai importantă şi trebuie să se ţină seama, că unitatea aleasă să oglindească just cantitatea de energie electrică necesară fabricării produsul respectiv şi să se poată urmări uşor printr-o evidenţă cît mai simplă.

Nu este neapărat necesar să se raporteze consumul de energie la producţia finită, ci în cazul cînd nu se poate găsi o unitate de măsură corespunzătoare pentru producţia finită, se poate raporta consumul de energie la cantitatea de materie primă prelucrată, cantitatea de produs semifabricat intermediar sau chiar la cantitatea de material înlăturat. De exemplu pentru un defibrator la o fabrică de hîrtie este greu de determinat cantitatea de pastă de lemn şi de aceia consumul specific se poate da în kWh/t de lemn prelucrat ; la fabricarea cimentului este util să se dea consumul specific în kWh/t de clinker, înlăturîndu-se prin aceasta parţial dependenţa consumului specific de sortul cimentului fabricat care conţine adausuri de măcinare funcţie de marca lui ; la prelucrarea metalelor prin aşchiere, întrucît varietatea produselor fabricate este foarte mare se poate raporta consumul de energie electrică la cantitatea de şpan scos în unităţi de greutate.

Dacă într-un proces tehnologic oarecare se fabrică un număr relativ mic de sortimente, consumul specific poate fi determinat pentru fiecare sortiment în parte şi pentru diferenţiere se afectează consumului specific un indice care caracterizează sortimentul respectiv. De exemplu la o fabrică de electrozi se poate da consumul specific pentru fiecare tip de electrod fabricat arătîndu-se sub forma de indice diametrul sau dimensiunile electrozilor.

Dacă numărul de sortimente este mai mare şi urmărirea separată a sortimentelor ar îngreuna evidenţa, atunci se pot raporta consumurile specifice pentru diferitele sortimente la un sortiment de referinţă, determinîndu-se coeficienţii de reducere respectivi şi se ajunge la aşa numita unitate echivalentă. In acest fel în evidenţă se urmăreşte numai volumul redus al producţiei şi consumul specific pentru acesta.

In cazul cînd nu există o separaţie pe sortimente în timp pentru secţia sau fabrica respectivă, adică în cazul că nu se fabrică un singur sortiment într-un anumit timp consumul specific pentru fiecare sortiment nu se mai poate determina uşor şi ca atare nu se mai pot folosi unităţile examinate mai sus. De asemenea cînd unitatea naturală utilizată pentru măsurarea producţiei nu exprimă suficient de just cantitatea de energie electrică utilizată pentru fabricarea produsului respectiv nu se mai pot utiliza, aceste unităţi. De aceea este necesar să se facă o determinare aproximativă a consumurilor specifice pe sortimente şi apoi să se aplice unitatea echivalentă, pentru primul caz, sau să se aleagă o unitate convenţională care să exprime mai just conţinutul de energie al produsului respectiv, pentru cel de al doilea caz.

La alegerea unităţii convenţionale trebuie să se ţină seama ca aceasta să poată fi urmărită comod, să facă parte din indicii care se urmăresc curent în procesul de producţie respectiv sau să se determine legătura între această unitate şi indicii care se urmăresc în mod normal. De exemplu la filaturi se utilizează ca unitate kWh/kilonumăr — la ţesătorii, kWh/mii bătăi, la transport kWh/t km etc.

Problema se complică pentru procese tehnologice cu producţie foarte eterogenă, metalurgica prelucrătoare de exemplu, unde nu s-a putut găsi pînă acum o unitate convenţională aplicabilă practic. S-au încercat diferite unităţi ca : kg. şpan, mia de lei ; care însă nu au dat rezulate practice mulţumitoare.

Trebuie accentuat faptul că problema alegerii unităţilor de măsură pentru producţie, la care se raportează consumul de energie electrică, se rezolvă separat pentru fiecare caz şi nu poate fi generalizată pentru toate tipurile de procese tehnologice. Aici s-au arătat numai cîteva principii generale, care trebuie să călăuzească pe aceia care au de rezolvat această problemă în industrie.

Perioada de timp pentru care se determină consumul specific de energie electrică

Pentru o justă organizare a evidenței energetice, trebuie să se țină seama și de perioada de timp, pentru care se determină consumul specific de energie electrică.

La studiul global pe secție sau pe intreprindere, trebuie să se țină seama ca perioada aleasă să conducă la diminuarea erorilor aparatelor de măsură utilizate, la micșorarea influenței stocurilor intermediare și a altor elemente care produc abateri în valorile consumului specific determinat față de valoarea reală.

Pentru procesele ciclice trebuie să se țină seama, ca perioada aleasă pentru stabilirea consumului specific de energie electrică să cuprindă :

— unul sau mai multe cicluri complete (pornire, mers normal, oprire) ;

— o perioadă de funcționare normală, în care consumurile de energie necesare la pornire să fie normate separat (la agregatele cu consumuri de pornire importante) ;

— o perioadă mai lungă, în care sarcina medie pe întreaga perioadă să se apropie cît mai mult de sarcina medie a agregatului sau secției respective.

In procesele tehnologice continue, care nu au stocuri intermediare, pentru stabilirea perioadei de timp singurul factor care se ia în considerație este concordanța între timpul de înregistrare al producției și al consumului de energie.

Această perioadă de timp, de care s-a vorbit mai sus se referă la urmărirea permanentă și obișnuită a consumurilor specifice de energie electrică ; în timpul lucrărilor experimentale însă, această perioadă poate fi subdivizată după necesitățile studiului.

Aparate de măsură pentru urmărirea consumului de energie

Una din condițiile esențiale pentru organizarea unui sistem judicios de evidență energetică necesară și pentru studiul consumurilor specifice de energie electrică, este existența unui număr minim de aparate de măsură puse la punct. Este destul de răspîndită concepția, că studiul consumului specific în întreprinderi se poate face cu ajutorul aparatelor aduse din afară și montate numai pentru perioada studiului urmînd ca apoi să fie demontate integral și mutate la altă fabrică. In felul acesta nu se are în vedere că normarea consumurilor specifice nu este un scop în sine, ci trebuie să aibă ca rezultat urmărirea normelor stabilite și reducerea lor progresivă, funcție de măsurile tehnico-organizatorice care s-au adoptat.

Trebuie arătat că aparatele de măsură pentru energie electrică în majoritatea întreprinderilor sînt insuficiente ca număr iar cele existente nu au fost verificate de mult timp. De asemenea s-au găsit în unele fabrici contoare greșit conectate, contoare cu indicații false, contoare scoase din funcție și lăsate la locul lor, sau chiar aparate noi ținute în păstrare la magazie.

După întocmirea schemelor fluxurilor, una din principalele măsuri care trebuie luată este, verificarea tuturor aparatelor de măsură și în special a contoarelor electrice.

Pentru rezolvarea definitivă a problemei aparatelor de măsură necesare organizării evidenței energetice, trebuie ca Ministerul Energiei Electrice și Industriei Electrotehnice să mărească simțitor producția contoarelor electrice monofazice și trifazice precum și a transformatoarelor de măsură respective. De asemenea să se înființeze centre de etalonare și de reparare a aparatelor de măsură, capabile să deservească și întreprinderile industriale.

Cheltuielile pentru aceste măsuri s-ar recupera inzecit, deoarece ele duc la îmbunătățirea evidenței energetice din întreprinderile noastre și la economiile de energie care s-ar realiza în urma acestei îmbunătățiri.

Organizarea evidenței, este factorul principal de care depinde buna desfășurare a studiului normării și reducerii consumului specific de energie, în general și de energie electrică în mod special. Numai pe baza unei evidențe clare se poate face urmărirea reală a normelor stabilite și a reducerilor care s-au efectuat. Fără un sistem de evidență serios, problema normării și urmăririi consumurilor specifice normate, devine o acțiune pur formală care nu-și atinge nici pe departe scopul propus.

Memoriu descriptiv asupra schemei fluxurilor

In linii generale, procesul tehnologic pentru fabricarea cimentului prin procedeul uscat, constă din următoarele operații :

Materia primă, calcarul, marna și argila, extrasă din carieră este sfărîmată, (prin concasor, calcarul și marna și prin valțuri argila) uscată și depozitată în silozuri separate pentru fiecare material. De aici materialul brut uscat, este dozat în proporții determinte și măcinat în morile brute, de unde rezultă așa numita făină brută care pentru a fi transformată în ciment, trebuie riguros dozată și omogenizată în agregate speciale omogenizatoare. Făina brută omogenă este granulată prin stropire cu apă și arsă în cuptoarele rotative de unde rezultă clinkerul, care se depozitează pentru răcire în hala de clinker. Din măcinarea clinkerului împreună cu adaose de măcinare rezultă cimentul care se depozitează în silozuri separate pentru diferitele calități. De aici funcție de cerințe, cimentul se ambalează în saci și este expediat din fabrică ca produs finit.

Transportul materialelor între diferite faze de fabricație se face cu transportoare, elevatoare, snekuri sau pe cale pneumatică, care din punct de vedere energetic sînt alimentate separat sau de la secția pe care o deservesc.

Majoritatea posibilităților de măsură, pentru materialele intrate sau ieșite din fazele de producție intermediară, sînt bazate pe măsurători de volum (nivel în siloz, dozatoare rotative, vagoneți etc.) și ca atare, de acest lucru trebuie ținut seama la alegerea perioadei de timp.

Sînt totuși măsurători mai exacte pe bază de greutate, la ieșirea materialului din cuptoarele de clinker și la ambalarea produsului finit.

Urmărirea calitativă a producției se face prin probe de laborator în diferite puncte din procesul tehnologic (arătate în schemă) — astfel se urmărește — compoziția materialelor — finețea, greutatea litrică, probele cimentului etc.

In procesul de producție sînt stocuri intermediare importante în următoarele puncte : — silozurile de material brut uscat, silozurile de omogenizare, hala de clinker și silozurile de ciment. De acestea trebuie să se țină seama la separarea

secţiilor. In afară de stocurile importante, aproape înaintea fiecărui agregat principal se găsesc bunkere tampon, de influenţa cărora trebuie să se ţină seama la alegerea perioadei de timp.

Sorturile de ciment se deosebesc esenţial din punct de vedere al consumului de energie, numai de la măcinarea clinkerului începînd prin diferite cantităţi şi calităţi de adause.

De aceasta trebuie să se ţină seama la alegerea unităţii de raportare.

Secţiile auxiliare au fost indicate în mod special în schemă pentru a se ţine seama de ele la structura normei de consum specific de energie electrică.

Din punct de vedere electroenergetic, fabrica este alimentată de la reţea printr-o linie de 15— kV; un post de transformare în care se reduce tensiunea pînă la tensiunea de utilizare (1 000 V pentru motoarele mari şi 380 V pentru restul utilizărilor) de la staţia de transformare se alimentează prin cabluri separate fiecare secţie şi fiecare agregat mai mare.

Reţeaua de iluminat este complet separată secţiile auxiliare şi străine de procesul tehnologic sînt de asemenea separate din punct de vedere al alimentării cu energie electrică.

Ca posibilităţi de măsură a energiei electrice consumate există un contor general pe fabrică şi contori trifazici pe fiecare plecare din staţia de transformare pentru ambele tensiuni.

Staţia de compresoare este alimentată separat şi există o cheie de repartizare (bazată pe măsurători experimentale) pentru fiecare secţie sau mare agregat consumator de aer comprimat.

Aparatele de măsură au fost verificate şi reetalonate aşa că se poate conta pe siguranţa citirilor.

Trebuie remarcat că această schemă în forma indicată mai sus, a rezultat în urma unor măsuri de reorganizare.

Avînd o asemenea schemă a fluxurilor se poate păşi cu succes la studiul ştiinţific al consumului specific de energie electrică, la stabilirea normelor şi la determinarea măsurilor menite să îmbunătăţească gospodăria energiei electrice în fabrica respectivă.

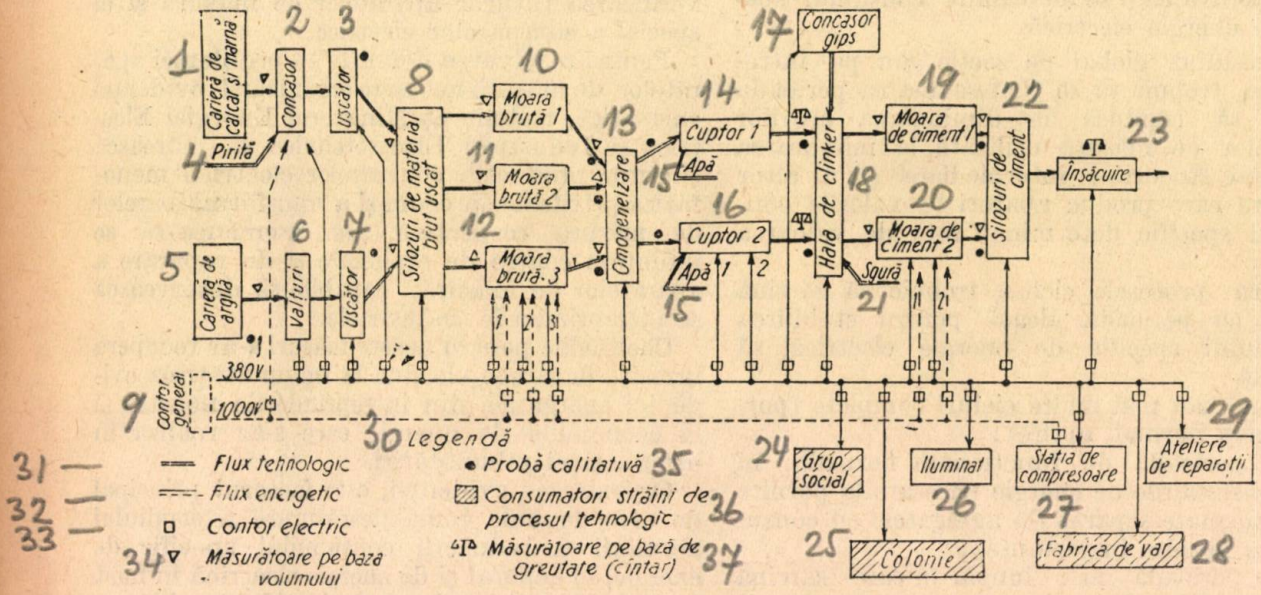


Fig. 1. Schema fluxului tehnologic şi a fluxului electroenergetic la o fabrică de ciment (procedeul uscat).

Schema reprezintă situaţia procesului tehnologic respectiv după ce s-au luat măsurile de reorganizare a sistemului de evidenţă

Bibliografie

[1] *Goffman I. V., Gospitalnic G. L.*: Organizaţia i planirovanie energohoziaistvo promişlenîh predpriatii, Gosenergoizdat, 1954.

[2] *Nagy C.* şi *Caracudovici V.*: Stabilirea caracteristicilor energetice în întreprinderile cu producţie omogenă Energetica şi Hidrotehnica, nr. 2 (febr.) 1955, pag. 51—58.

[3] *Michejda I.*: Normele consumului de energie electrică constituie un indice de utilizare raţională a acestuia din „Normarea şi analiza consumului de energie în industrie", Culegere de material documentar", Editura Energetică de Stat, 1954, pag. 12—31.

[4] ***: Mai multă atenţie normării consumului de energie electrică, din „Normarea şi analiza consumului de energie în industrie ", Culegerea de material documentar, Editura Energetică de Stat, 1954, pag. 7.

★

DIE UBERSICHTLICHE ZUSAMMENSTELLUNG, EIN BEDEUTENDER FAKTOR FUR DIE ANALYSE, NORMUNG UND VERMINDERUNG DES SPEZIFISCHEN VERBRAUCHES VON ELEKTRISCHER ENERGIE

Im Aufsatz werden die Unterlagen für die Zusammenstellung eines übersichtlichen Systems der Energieerzeugung und der industriellen Produktion analysiert, das auch dem Normung szweckund der Verminderung des spezifischen Verbrauches von elektrischer Energie entsprechen soll.

★

УЧЕТ—ВАЖНЫЙ ФАКТОР АНАЛИЗА, НОРМИРОВАНИЯ И СНИЖЕНИЯ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Резюме

В статье анализируются основы организации системы энергетического учета и промышленной продукции, соответствующей нуждам нормирования и содействующей снижению удельных расходов электроэнергии.

Importanţa preparării apei de răcire în centrale termoelectrice

Ing. N. POPESCU

In articol se examinează posibilităţile cele mai raţionale de epurare a apei de răcire în centrale termoelectrice şi se arată importanţa acestei probleme asupra mersului economic al centralelor electrice insistîndu-se totodată asupra atenţiunii ce trebuie să i se acorde de către personalul de exploatare a centralei electrice.

Problema calităţii apei de răcire a condensatorilor turbinelor de abur, răcitorilor de ulei şi a dispozitivelor auxiliare din centrale termoelectrice, preocupă de mult timp pe specialiştii energeticieni, deoarece de aceasta depinde în foarte mare măsură funcţionarea economică şi siguranţa de exploatare a instalaţiilor unei centrale electrice. Obţinerea unei ape de răcire de bună calitate capabilă să menţină timp îndelungat în bună stare condensatorii, ferindu-i de coroziune şi uzură şi capabilă să amelioreze funcţionarea prin menţinerea în stare curată a suprafeţelor de răcire, este una din problemele cele mai importante de exploatare. Totodată, alegerii modului de epurare a apei de răcire, trebuie să i se acorde o deosebită atenţie, deoarece cantităţile de apă necesare pentru răcire în comparaţie cu cele necesare pentru instalaţiile de cazane de abur, sînt foarte mari şi în consecinţă ar putea să necesite construirea unor instalaţii de preparare a apei foarte costisitoare şi cheltueli de exploatare mari.

Caracterul şi intensitatea depunerilor pe suprafeţele de răcire ale condensatorilor sînt determinate în primul rînd prin natura şi calitatea apei de răcire şi prin sistemul de alimentare cu apă. Aceste depuneri pot avea caracter organic sau anorganic sau combinat în proporţiile cele mai variate, care înrăutăţesc în mod foarte sensibil vidul în condensator.

Este cunoscută importanţa menţinerii unui vid cît mai ridicat în condensatorii turbinelor de abur, spre a avea un consum mai economic de abur şi deci de combustibil la o centrală electrică. O variaţie de 1% a vidului produce în medie o variaţie de circa 2% în consumul de căldură al grupului, care atrage consumuri importante de combustibil în plus, însoţite de cheltuieli suplimentare de manipulare şi transport al combustibilului, evacuarea cenuşii şi uzură a instalaţiilor provocate de aceste cantităţi de cărbune consumate în plus.

Adesea pentru îmbunătăţirea vidului în condensatorii turbinelor de abur, se recurge la cuplarea unor pompe de circulaţie în plus ceea ce este legat însă de un consum mai mare de energie pentru acţionarea pompelor.

Un alt inconvenient important, cauzat de scăderea vidului în condensatorii turbinelor de abur, ca urmare a depunerilor pe ţevile acestuia, este scăderea puterii grupului turbogenerator. In anumite condiţii de înrăutăţire a vidului, această scădere a posibilităţii de încărcare a turbinei, atinge 20% din puterea grupului turbogenerator.

Astfel, de exemplu la o centrală electrică a unei intreprinderi industriale din ţară, condensatorul unui grup turbogenerator de 7 500 kW a lucrat cu apă de răcire a cărei duritate temporară era între 14—16°d. In urma straturilor de piatră depuse, care în funcţie de intervalele de funcţionare între două curăţiri, se ridicau la o grosime de la 0,5 pînă la 1,0 mm, pe lîngă consumul specific exagerat de combustibil, se producea şi o reducere a puterii grupului de la 7 500 la 5 800—6 000 kW. Nu s-a luat nici o măsură preventivă pentru combaterea acestor depuneri, făcîndu-se numai curăţirile periodice odată pe an sau chiar la doi ani cu ajutorul soluţiei de acid clorhidric şi deoarece efectul depunerilor începea să se manifeste după circa 5 luni de la data curăţirilor, turbina funcţiona mai mult de jumătate din timp în condiţii nefavorabile menţionate mai sus, din punct de vedere al posibilităţii de încărcare a turbinei, provocînd şi un consum de 1 800—2 200 tone cărbune în plus pe an.

Curăţirea pe cale mecanică a ţevilor condensatorilor cu ajutorul periilor metalice, dopurilor de cauciuc sau pe cale pneumohidraulică şi alte dispozitive de cea mai variată construcţie, este îndeobşte cunoscută. In majoritatea cazurilor însă, curăţirile mecanice nu sînt suficient de eficace şi nu asigură curăţirea completă a ţevilor iar aplicarea lor este legată de cheltuieli mari, necesită opriri de durată mai lungă ale turbinelor şi poate de asemenea deteriora ţevile.

Mai eficace, din punct de vedere al calităţii curăţirii, se prezintă metodele chimice, care în special, dacă se aplică în combinare cu metodele mecanice, dau rezultate bune chiar în cazul depunerilor foarte mari în ţevile condensatorilor.

Curăţirile periodice, atît cele mecanice, cît şi cele chimice, nu reprezintă metode radicale de combatere a depunerilor pe suprafeţele de răcire a condensatorilor, deoarece condiţionează funcţionarea turbinelor între două curăţiri cu un vid mai redus decît acela determinat prin temperatura, cantitatea apei de

răcire, solicitarea termică a suprafeței de răcire și materialul țevilor.

Totodată, după cum s-a arătat mai sus, aceste curățiri sînt legate de cheltuieli foarte mari și de opriri ale instalațiilor pe durata curățirii, astfel că indiferent de metodă, curățirile periodice pot fi admise în exploatare ca măsuri excepționale provizorii, recomandîndu-se introducerea a uneia din metodele preventive de epurare a apei de răcire, care permit să se asigure funcționarea condensatorului fără depuneri de impurități pe suprafețele lui de răcire timp îndelungat.

Condiționarea apei de răcire utilizate de întreprinderi, trebuie începută chiar la sursa de alimentare cu apă. Măsurile ce trebuie luate în acest scop, cuprind în general, măsuri pentru diminuarea cantităților de substanțe în suspensie ce se află în apă, combaterea impurificării apei prin scurgerile de la întreprinderile și centrele populate din apropiere, combaterea impurificărilor organice de altă natură, a poleiului și în fine măsurile contra tendinței de sporire a conținutului total în săruri al apei.

Trebuie menționat în mod deosebit, că, în afară de măsurile ce se iau de obicei la priza de apă prin instalarea de diverse grătare, filtre, instalații pentru evitarea aluviunilor de fund, decantoare, etc. trebuie acordată mai multă atenție măsurilor de combatere a impurificărilor surselor de apă prin scurgeri de la întreprinderi și centre populate, care se rezumau pînă acum numai la măsuri de ordin pur sanitar prin emiterea de diverse dispoziții legale în interesul populației. Intreprinderile industriale fiind în primul rînd interesate în menținerea în stare curată a surselor lor de alimentare cu apă, trebuie să participe în mod intens la controlul asupra aplicării măsurilor de diminuare a impurificării surselor menționate, prin diverse scurgeri și la reglementarea evacuării acestor scurgeri.

După ce s-au luat toate măsurile pentru obținerea calității celei mai bune a apei de răcire chiar la sursă, trebuie să urmeze examinarea condițiilor în care se vor aplica mai departe măsurile preventive de epurare a apei pentru evitarea impurificării suprafețelor de răcire.

Pentru evitarea depunerilor de natură organică, se vor aplica metodele de tratare a apei de circulație prin substanțe toxice care distrug materiile organice sau împiedică fixarea lor pe suprafețele de răcire. In acest scop nu sînt necesare instalații complicate și nici consumuri prea mari de reactivi dacă regimul de tratare a apei este urmărit cu atenție. In mod obișnuit, tratarea se face cu clor ca și la apa potabilă, cu deosebirea că sterilizarea în cazul apei de răcire este numai parțială, suficientă pentru prevenirea formării de depuneri organice pe țevile condensatorilor. Aceasta permite introducerea intermitentă a clorului în apa de răcire la anumite intervale și în cantități mult mai mici decît cele necesare pentru distrugerea totală a microorganismelor conținute în apă. In acest mod consumul de clor se reduce considerabil și face aplicarea acestei metode în centrale electrice foarte rentabilă.

Eficacitatea metodei, adică posibilitatea funcționării condensatorilor un timp practic nelimitat, fără formarea depunerilor organice în țevi, se determină prin regimul de tratare cu clor, care se stabilește în fiecare caz în parte pe cale experimentală.

Dacă tratarea apei de răcire contra depunerilor organice este relativ simplă și totdeauna rentabilă, în cazul încrustărilor cu piatră a suprafețelor de răcire, problema se prezintă mai complexă și necesită examinarea mai atentă spre a evita cheltuielile mari de investiție și de exploatare, atunci cînd este vorba de prepararea apei de duritate mare și de cantități de apă de răcire prea mari. Dar și în acest caz practica sovietică a soluționat în mod satisfăcător problema obținerii calității corespunzătoare a apei de răcire prin mijloace relativ simple și rentabile.

Incrustările cu piatră a suprafețelor de răcire se produc de obicei în sistemele de răcire în circuit închis. Aceasta se întîmplă în primul rînd din cauza concentrației treptate a sărurilor în apă în urma evaporărilor și introducerii continue a unei cantități de săruri prin apa de adaos .Pe de altă parte în condițiile circuitelor închise, din cauza împrăștierii apei în turnuri de răcire sau în bazine de stropire, sînt favorizate pierderile de bioxid de carbon liber conținut în apa de circulație, necesar pentru menținerea la limita superioară a solubilității sărurilor.

Concentrația sărurilor și pierderile de bioxid de carbon liber în circuitul de răcire, accelerează procesul de saturație și produc apoi descompunerea bicarbonaților și depunerea de piatră.

Evitarea depunerilor de piatră pe țevile condensatorilor, poate fi obținută prin mărirea cantităților de apă purjată cu condiția ca apa de adaos în circuitul de răcire să rețină o cantitate suficientă de bioxid de carbon liber care să depășească cantitatea corespunzătoare durității temporare a apei de adaos. Dacă această condiție nu este satisfăcută, atunci evitarea totală a încrustării condensatorilor poate fi obținută numai în cazul trecerii la răcire în circuit deschis a condensatorilor. Incrustarea suprafețelor de răcire, care depinde de cantitatea apei purjate, de duritatea inițială a apei de adaos și de conținutul în aceasta, de bioxid de carbon liber, va avea loc atît din cauza pierderilor de bioxid de carbon liber în circuitul de răcire, cît și din cauza încălzirii apei în condensator.

In general, în cazul excesului mare de bioxid de carbon liber în apa de adaos, volumul purjărilor este relativ mic și practic accesibil.

In acele cazuri cînd apa de adaos are un exces mai redus de bioxid de carbon liber, insuficient pentru prevenirea totală a încrustărilor, mărimea volumului purjărilor ar putea să diminueze într-o măsură oarecare depu-

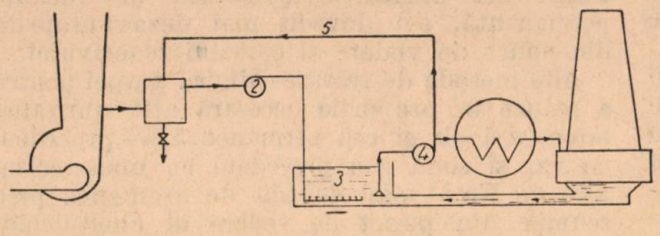


Fig. 1. Schema de carbonizare a apei de circulaţie prin gaze de ardere.

1—separator de cenuşe; *2*—ventilator; *3*—dispozitiv de barbotare; *4*—pompa de circulaţie pentru apa de răcire; *5*—conducta de apă spre separatorul de cenuşe.

nerile de piatră. Limitele măririi posibile a volumului purjărilor, pot fi determinate de consideraţii tehnico-economice, ţinînd seama de costul apei de adaos, precum şi de debitul instalaţiei de pompe pentru apa de adaos.

In cazurile cînd purjarea nu poate elimina sau micşora în mod sensibil formarea de depuneri în circuitul de răcire, trebuie aplicată o metodă corespunzătoare de preparare a apei de răcire.

Inainte însă de aplicarea oricărei din aceste metode, trebuie verificată posibilitatea com-

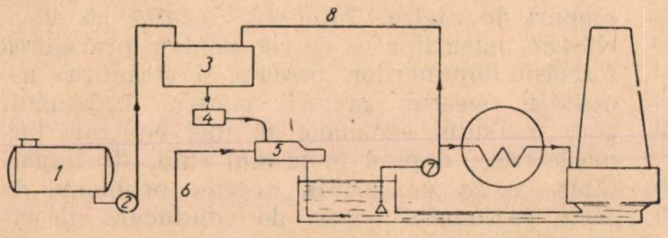


Fig. 2. Schema instalaţiei de neutralizare a apei de răcire cu acid:

1—rezervor de acid; *2*—pompă; *3*—rezervor cu soluţia de acid; *4*—dozator; *5*—dispozitiv de amestec; *6*—conducta pentru apa de adaos; *7*—pompa de circulaţie pentru apa de răcire; *8*—conducta de apă pentru soluţia de acid.

pensării pierderilor de bioxid de carbon din apa de circulaţie, care să permită evitarea descompunerii bicarbonaţilor.

Pentru aceasta, pot fi utilizate cu succes gazele de ardere de la cazane, care conţin bioxid de carbon, ceea ce pentru centrale termoelectrice constituie soluţia cea mai economică şi naturală, deoarece în acest caz nu se pune problema reactivilor pentru prepararea apei.

Adaosul de bioxid de carbon în apa de răcire poate fi micşorat prin aplicarea acestei metode, combinată cu purjarea apei.

Instalaţiile de recarbonizare a apei sînt foarte simple şi se compun dintr-un separator de cenuşă şi un ventilator pentru transportul unei părţi din gazele de ardere de la coşul instalaţiei de cazane în circuitul apei de răcire, în imediata apropiere de conducta de aspiraţie a pompei de circulaţie (fig. 1).

O altă metodă simplă de combatere a încrustărilor ţevilor condensatorilor, este tratarea apei cu acizi (fig. 2). In acest caz, odată cu reducerea durităţii apei, se produce o compensare parţială a conţinutului de bioxid de carbon în apă, ceea ce contribuie la reţinerea părţii nedescompuse a bicarbonaţilor în soluţie. Astfel, nu este necesară eliminarea totală a bicarbonaţilor şi se consideră suficientă pentru prevenirea încrustărilor, reducerea durităţii temporare, în măsura în care duritatea temporară rămasă, să corespundă cantităţii de bioxid de carbon liber din apa de răcire.

Spre deosebire de metodele menţionate mai sus de prevenire a încrustărilor prin tratarea apei de răcire cu ajutorul gazelor de ardere sau cu acizi, bazată pe saturarea apei cu bioxid de carbon, există şi o altă metodă bazată pe dozarea în apa de circulaţie a unor fosfaţi care au proprietatea de a urca limita de saturaţie a apei cu bicarbonaţi.

Mărirea durităţii temporare a apei de circulaţie în comparaţie cu duritatea temporară a apei de adaos, are drept consecinţă, după cum se ştie, micşorarea cantităţilor necesare de apă purjată.

Pe baza acestor proprietăţi a fosfaţilor, este posibilă mărirea durităţii temporare a apei de circulaţie pînă la 15—20°d şi la un regim convenabil de purjare, să se obţină evitarea totală a depunerilor de piatră în circuitul de răcire.

Substanţele cele mai cunoscute pentru asemenea tratare a apei sînt : hexametafosfatul de natriu, trinatriumfosfatul şi superfosfatul, iar instalaţia pentru tratarea apei de răcire cu aceste substanţe, reprezentată schematic în fig. 3, este foarte simplă şi poate fi executată cu mijlocele oricărei centrale electrice.

In practică se întrebuinţează cu succes, pentru fosfatarea apei de răcire, apa de purjare de la cazanele de abur. In acest scop apa de purjare la cazane, după trecerea ei prin schimbătorii de căldură, este introdusă la temperatura de 50—70°C direct în circuitul

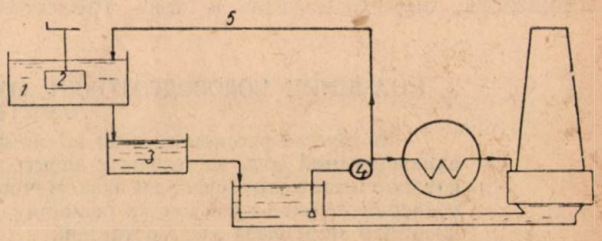


Fig. 3. Schema de fosfatare a apei de circulaţie:

1—rezervor pentru soluţia de fosfat; *2*—dispozitiv de amestec; *3*—rezervor de dozare; *4*—pompa de circulaţie pentru apă de răcire; *5*—conducta de apă pentru soluţia de fosfat.

apei de răcire. In cazul cînd conţinutul de fosfaţi în apa purjată la cazane nu este suficient, completarea se face prin introducerea

unei cantități corespunzătoare de trinatriumfosfat în circuitul de răcire.

Posibilitatea aplicării acestei metode de utilizare a apei purjate de la cazane, combinată cu utilizarea eventuală a superfosfatului sau trinatriumfosfatului, trebuie să fie verificată în mod experimental în condițiile de exploatare.

Trebuie menționat în mod deosebit, că eficacitatea metodelor menționate pentru prevenirea formării depozitelor pe suprafețele de răcire, depinde de modul pe organizare a unui control foarte minuțios al regimului de alimentare cu apă de răcire.

In cazul cînd calitatea apei de răcire și condițiile de exploatare nu permit utilizarea uneia din metodele arătate mai sus, care reprezintă mijloacele cele mai simple și raționale de prevenire a depunerilor de piatră pe suprafețele de răcire, se va examina raționalitatea aplicării uneia din metodele de epurare chimică a apei cu instalații mai complicate și consum de reactivi mai mare, dar și acestea numai în limita de epurare necesară a apei de adaos.

Astfel ,spre exemplu, la una din centralele electrice ale M.E.E.I.E., în care sînt instalate 3 grupuri turbogeneratoare însumînd 8 400 kW, depozitele de piatră ce se formau pe țevile condensatorilor erau atît de mari încît curățirile periodice pe cale chimică trebuiau efectuate la intervale de la 4 pînă la 6 săptămîni. Pentru a evita cheltuielile mari legate de aceste curățiri și opriri ale grupurilor, s-a studiat și proiectat o instalație de tratare cu var a apei de adaos, care ținînd seama de calitatea apei de răcire s-a dovedit mai avantajoasă decît metodele preconizate mai sus.

Duritatea totală a apei de adaos în circuitul de răcire al centralei este de circa 55°d, iar cea temporară circa 19°d și la examinarea soluțiilor pentru epurarea apei s-au constatat următoarele :

1. Tratarea cu bioxid de carbon din gazele de ardere de la cazane nu este operantă, deoarece limita maximă de concentrație a durității temporare în circuit corespunde la 16°d, adică este mai mică decît duritatea temporară a apei brute.

2. Tratarea cu hexametafosfat de sodiu pentru stabilizarea bicarbonaților a fost încercată practic la această centrală și nu a dat rezultate, deoarece concentrația totală de ioni Ca_2^+ din apă este prea mare și anihilează efectul de inhibiție.

3. Acidularea cu acid clorhidric pentru a transforma duritatea temporară în duritate permanentă, s-a dovedit mai dezavantajoasă din punct de vedere al costului reactivului.

Alte metode de tratare chimică a apei pentru a reduce în proporție necesară atît duritatea temporară cît și cea permanentă, — procedeul cu var și sodă sau procedeul cu mase cationice de Na — s-au dovedit de asemenea prea scumpe din punct de vedere al cheltuielilor de investiție și al consumului de reactivi.

In consecință și în cazul acesta, cu toată duritatea mare a apei brute, problema a fost soluționată într-un mod simplu prin tratarea cu var numai a unei părți din apa de adaos într-un reactor conic. In acesta din urmă se introduce și o masă de contact constituită din praf de piatră de marmoră sau nisip de cuarț, care este evacuat la anumite intervale împreună cu nămolul coagulat din apa epurată.

In concluzie, putem să spunem că există posibilități reale suficiente pentru prevenirea depunerilor de impurități pe suprafețele de răcire ale condensatorilor turbinelor de abur, sau alte aparate de răcire cu mijloace relativ ieftine și simple, accesibile oricărei centrale termoelectrice, chiar la durităţile cele mai mari ale apei utilizate în mod practic pentru scopuri de răcire. Totodată, rezultă că eficacitatea măsurilor ce se iau pentru prevenirea formării depunerilor, precum și stabilirea necesității acestor măsuri pentru îmbunătățirea mersului economic al unei centrale termoelectrice, depind în primul rînd, de importanța ce se va acorda acestei probleme de către personalul tehnic de conducere al exploatării centralei.

Bibliografie:

Bunkin V. I.: Lupta contra impurificării condensatoarelor turbinelor de abur, Gesenergoizdat, 1950.

Sabalin A. F.: Condiționarea apei de răcire, Metalurgizdat, 1953.

*** : Instrucțiunile M.E.E., 4/1954, pentru tratarea apei de răcire și exploatarea instalațiilor respective.

★

ЗНАЧЕНИЕ ВОДОПОДГОТОВКИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

В статье рассматриваются возможности наиболее рациональной водоподготовки охлаждающей воды на тепловых электростанциях и указывается на большое значение, которое имеет этот вопрос для экономичной работы электростанций, причем одновременно подчеркивается необходимость оказания ему должного внимания со стороны эксплуатационного персонала электростанций.

★

DIE BEDEUTUNG DER KUHLWASSERZUBEREITUNG IN DEN WARMEKRAFTWERKEN

Es werden die geeignetesten Möglichkeiten der Kühlwasserreinigung in Wärmeftwerken untersucht und die Bedeutung die dieser Frage vom Standpunkt des wirtschaftlichen Betriebes der elektrischen Kraftwerken zukommt hervorgehoben, wobei auch auf die Beachtung die vom Betriebspersonal dieser Frage geschenkt werden musfs hingewiesen wird.

Repartiţia sarcinilor între centralele unui sistem energetic corespunzătoare pierderilor minime în reţele

Ing. ANA BENSIMON

Se analizează repartiţia optimă a sarcinilor între centralele interconectate după criteriul consumului minim de combustibil urmărind şi minimul de pierderi în reţele. Se tratează corecţia ce trebuie aplicată valorilor creşterilor relative ale consumului la centrale, pentru a ţine seama de pierderile în transformatori şi în linii de transport. Se expune un exemplu de calcul al unui sistem energetic complex.

Regimul de funcţionare al sistemului energetic trebuie să corespundă în primul rînd cerinţelor privind siguranţa în alimentare şi calitatea energiei dar în acelaşi timp trebuie să fie cel mai economic regim posibil în condiţiile date. La realizarea regimului economic al sistemului, dispecerul are o contribuţie din cele mai importante, prin repartiţia justă a sarcinilor între centralele interconectate. Indicele principal al eficienţei economice a regimului sistemului este consumul orar de combustibil convenţional, raportat la puterea electrică furnizată.

In prezent, la serviciile de dispecing ale sistemelor noastre energetice, se urmăreşte eficienţa economică a regimului prin încărcarea centralelor cu sarcinile active ce corespund consumului minim de combustibil convenţional, pe totalitatea centralelor termoelectrice, pe baza caracteristicilor de consum ale centralelor. Dar caracteristicile de consum ale centralelor sînt ridicate în funcţie de puterea electrică debitată la barele centralei şi deci ţin seama numai de pierderile din procesele ce au loc în interiorul centralei şi nu ţin seama de pierderile de energie în reţele. Or, reducerea pierderilor în reţele influenţează simţitor eficienţa economică a unui regim.

Vom vedea mai jos că ţinînd seama şi de condiţiile de minimum ale pierderilor în reţele, repartiţia sarcinilor între centrale suferă modificări destul de importante. De asemenea repartiţia optimă a puterii reactive între centrale este condiţionată, între altele, de minimul pierderilor în reţele.

De aceea este nejust să se exprime indicele natural al eficienţei economice a unui regim, care este consumul de combustibil pe kWh utilă furnizată la consumator, prin doi indici, consumul specific de combustibil pe kWh furnizată la barele centralei şi procentul de pierderi de energie în reţele. Această separare artificială a apărut ca urmare a faptului că personalul de exploatare al centralelor şi cel al reţelelor nu este legat direct unul cu altul şi trebuie stabilite pentru fiecare din ele normative economice proprii. Dar cum sub comanda dispecerului se află atît regimul centralelor cît şi al reţelelor din sistem, dispecerul trebuie să primească un normativ unic care include ambii indici iar repartiţia sarcinilor trebuie făcută în vederea reducerii tuturor pierderilor din sistemul energetic.

Condiţia principală pentru obţinerea celui mai economic regim al sistemului în ansamblu, prin repartiţia optimă a sarcinilor, este ca sarcinile să poată fi repartizate liber între diferitele elemente ale sistemului. Fiecare indisponibilitate la maşinile centralelor sau strangulare în transformatori şi linii, duce la o repartiţie forţată a puterilor şi la mărirea pierderilor. Considerentele de mai jos se fac în presupunerea că centralele pot prelua asupra lor puterile ce le revin conform repartiţiei optime calculate, adică în presupunerea că sistemul dispune de rezervă de putere. La orele cînd toate centralele sînt încărcate la plină sarcină, nu poate fi vorba de nici o variantă a repartiţiei economice. La aceste ore, dacă s-a aplicat şi reglajul sarcinilor abonaţilor (decalarea începutului zilei de lucru în fabrici) nu mai avem mijloace directe de a reduce pierderile active în afară de ridicarea tensiunii în reţele, care este eficace în oarecare măsură. Pentru reducerea pierderilor reactive în reţele trebuie mărită sarcina compensatorilor sincroni, ceea ce duce la ridicarea tensiunii în reţele şi comportă şi o mică reducere a pierderilor active.

Pentru centralele hidroelectrice cu compensare diurnă sau sezonieră, consumurile zilnice şi regimul de utilizare a lacului sînt impuse destul de rigid prin planul de exploatare hidroenergetic şi deci aceste centrale preiau o sarcină activă bine determinată. Numai la repartiţia puterilor reactive centralele hidroelectrice intră în calcul alături de cele termoelectrice.

Trebuie chiar să remarcăm că repartiţia sarcinilor active între centrale, fără a ţine seama de pierderile în reţele, deseori nu coincide cu repartiţia corespunzătoare minimului de pierderi în reţea, avînd efectul contrar. Aceasta provine de acolo că cele mai economice centrale, cum sînt de exemplu centralele hidroelectrice, sînt de obicei situate departe de centrele de consum.

Repartiţia sarcinilor reactive este determinată în măsură însemnată de condiţiile sale specifice, care de asemenea nu coincid aproape

niciodată cu condiția pierderilor minime în rețele.

Presupunînd cunoscută metoda de repartizare a sarcinilor active la egalitatea creșterilor specifice ale consumului de combustibil convențional ale centralelor, ne propunem să ne ocupăm aici numai de completarea acestei metode prin găsirea coeficienților de corecție care, aplicați creșterilor specifice, să țină seama și de minimul pierderilor în rețele.

Costul de producție a energiei electrice se exprimă cu suficientă precizie pentru practică prin relația liniară :

$$A = a + bP$$

unde a reprezintă cheltuielile de producție independente de sarcina centralei electrice iar $b\,P$ reprezintă cheltuielile ce variază cu sarcina centralei. Prin P se notează aici puterea totală produsă de centrală, adică puterea utilă plus consumul propriu și pierderile electrice în rețea.

În cheltuielile independente de sarcina centralei se pot include, la rezolvarea problemei de față, toate cheltuielile în afară de consumul de combustibil. Coeficienții b reprezintă pentru centrala respectivă costul specific parțial și practic, ei se exprimă prin costul combustibilului la mia de kWh a centralei (sau pot fi exprimați și în kcal/MWh).

Fie un sistem energetic cuprinzînd n centrale termo-electrice interconectate și k compensatoare sincrone.

Consumul orar de combustibil convențional la un regim dat de funcționare a centralelor $1 \ldots n$, pe întreg sistemul, este o funcție :

$$B = B_1 + B_2 + B_3 + \ldots B_n = f(P_1 + P_2 + P_3, + \ldots P_n Q_1 + Q_2 + Q_3 + \ldots Q_n, Q_a + Q_b + \ldots Q_k) \quad (1)$$

unde :

P_1, P_2, P_3 sînt puterile active ale diferitelor centrale ale sistemului ;
Q_1, Q_2, Q_3 — puterile reactive ale centralelor ;
Q_a, Q_b, Q_k — puterile reactive ale compensatoarelor sincrone.

În orice moment putem scrie pentru sistemul în ansamblu balanța puterilor active și reactive :

$$P_1 + P_2 + \ldots P_n = \Sigma P_s + p + C_a \quad (2)$$

și

$$Q_1 + Q_2 + \ldots Q_n + Q_a + Q_b + \ldots Q_k = \Sigma Q_s + q + C_r \quad (3)$$

în care ΣP_s și ΣQ_s sînt sarcinile totale active și reactive ale consumatorilor, p și q sînt pierderile totale de putere activă și reactivă în rețele, iar C_a și C_r consumul propriu de putere activă și reactivă al centralelor.

Urmărim să stabilim acea repartiție a puterilor între centrale care corespunde celui mai mic consum de combustibil. Problema se rezolvă căutînd minimul funcției B, funcție de mai multe variabile legate între ele prin relațiile (2) și (3). Pentru aceasta se scrie funcția auxiliară a lui Lagrange și se egalează cu zero derivatele parțiale ale acesteia, în raport cu toate variabilele P și Q

$$S = B + \lambda_1 W_1 + \lambda_2 W_2 \quad (4)$$

în care :

$$W_1 = P_1 + P_2 + \ldots P_n - \Sigma P_s - p - C_a = 0 \quad (5)$$

și

$$W_2 = Q_1 + Q_2 + \ldots Q_n + Q_a + Q_b + \ldots Q_k - \Sigma Q_s - q - C_r = 0 \quad (6)$$

unde λ_1 și λ_2 sînt coeficienții lui Lagrange, constanți pentru orice valoare a sarcinii totale P și Q. Derivatele parțiale în raport cu P și Q au expresia

$$\frac{\partial S}{\partial P_1} = \frac{\partial B}{\partial P_1} + \lambda_1 \frac{\partial W_1}{\partial P_1} + \lambda_2 \frac{\partial W_2}{\partial P_1} = 0 \quad (7)$$

și

$$\frac{\partial S}{\partial Q_1} = \frac{\partial B}{\partial Q_1} + \lambda_1 \frac{\partial W_1}{\partial Q_1} + \lambda_2 \frac{\partial W_2}{\partial Q_1} = 0 \quad (8)$$

Derivatele parțiale în raport cu P dau n ecuații iar derivatele parțiale în raport cu Q dau $n + k$ ecuații. Notăm prin :

$$b_1 = \frac{\partial B}{\partial P_1}\,;\; b_2 = \frac{\partial B}{\partial P_2}\,;\; \text{etc.} \quad (9)$$

creșterea specifică a consumului de combustibil convențional în centrala $1, 2, \ldots n$. Putem considera cu o mică aproximație că consumul de combustibil depinde numai de puterea activă a centralei, adică :

$$\frac{\partial B}{\partial Q_1} = \frac{\partial B}{\partial Q_2} = \ldots = 0$$

Astfel că :

$$\frac{\partial W_1}{\partial P_1} = 1 - \frac{\partial \Sigma P_s}{\partial P_1} - \frac{\partial p}{\partial P_1} - \frac{\partial C_a}{\partial P_1} \quad (10)$$

$$\frac{\partial W_2}{\partial P_1} = - \frac{\partial \Sigma Q_s}{\partial P_1} - \frac{\partial q}{\partial P_1} - \frac{\partial C_r}{\partial P_1} \text{ etc.} \quad (11)$$

$$\frac{\partial W_1}{\partial Q_1} = - \frac{\partial \Sigma P_s}{\partial Q_1} - \frac{\partial p}{\partial Q_1} - \frac{\partial C_a}{\partial Q_1} \quad (12)$$

$$\frac{\partial W_2}{\partial Q_1} = 1 - \frac{\partial \Sigma Q_s}{\partial Q_1} - \frac{\partial q}{\partial Q_1} - \frac{\partial C_r}{\partial Q_1} \text{ etc} \quad (13)$$

Cînd se menține frecvența constantă la valoarea nominală, puterea consumatorilor depinde numai de tensiune și astfel :

$$\frac{\partial \Sigma P_s}{\partial P_1} = \Sigma \frac{\partial P_s}{\partial U_s} \cdot \frac{\partial U_s}{\partial P_1} \text{ și}$$

$$\frac{\partial \Sigma Q_s}{\partial P_1} = \Sigma \frac{\partial Q_s}{\partial U_s} \cdot \frac{\partial U_s}{\partial P_1}$$

și analog pentru :

$$\frac{\partial \Sigma P_s}{\partial Q_1} \text{ și } \frac{\partial \Sigma Q_s}{\partial Q_1}$$

Pentru a simplifica calculul se poate neglija variația tensiunii în rețea la creșterea puterii. De asemenea este neglijabilă variația consumului propriu al centralei, cu creșterea puterii produse $\left(\frac{\partial C}{\partial P} \text{ este maximum } 0{,}06\right)$.

Relațiile (7) și (8) devin astfel :

$$b_1 + \lambda_1\left(1 - \frac{\partial p}{\partial P_1}\right) + \lambda_2\left(-\frac{\partial q}{\partial P_1}\right) = 0 \text{ (} n \text{ ecuații)} \tag{14}$$

și :

$$\lambda_1\left(-\frac{\partial p}{\partial Q_1}\right) + \lambda_2\left(1 - \frac{\partial q}{\partial Q_1}\right) = 0 \text{ (} n + k \text{ ecuații)} \tag{15}$$

Din ultimele $n + k$ ecuații se obține raportul :

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\frac{\partial p}{\partial Q_1}}{1 - \frac{\partial q}{\partial Q_1}} = \frac{\frac{\partial p}{\partial Q_2}}{1 - \frac{\partial q}{\partial Q_2}} = \text{const.} \tag{16}$$

Făcînd înlocuirea în (14).

$$b_1 = \lambda_1\left[1 - \frac{\partial p}{\partial P_1} - \frac{\frac{\partial p}{\partial Q_1} \cdot \frac{\partial q}{\partial P_1}}{1 - \frac{\partial q}{\partial Q_1}}\right] = 0.$$

De aici scoatem valoarea coeficientului λ_1 :

$$\lambda_1 = -\frac{b_1}{1 - \frac{\partial p}{\partial P_1} - \frac{\frac{\partial p}{\partial Q_1} \cdot \frac{\partial q}{\partial P_1}}{1 - \frac{\partial q}{\partial Q_1}}} = \ldots \tag{17}$$

Din cele de mai sus reese că repartiția economică a puterilor între centralele sistemului, corespunzătoare consumului de combustibil minim are loc cînd sînt îndeplinite condițiile :

$$\frac{b_1}{1 - \frac{\partial p}{\partial P_1} - \frac{\frac{\partial p}{\partial Q_1} \cdot \frac{\partial q}{\partial P_1}}{1 - \frac{\partial q}{\partial Q_1}}} = \frac{b_2}{1 - \frac{\partial p}{\partial P_2} - \frac{\frac{\partial p}{\partial Q_2} \cdot \frac{\partial q}{\partial P_2}}{1 - \frac{\partial q}{\partial Q_2}}} = \ldots \tag{18}$$

și

$$\frac{\frac{\partial p}{\partial Q_1}}{1 - \frac{\partial q}{\partial Q_1}} = \frac{\frac{\partial p}{\partial Q_2}}{1 - \frac{\partial q}{\partial Q_2}} = \ldots \tag{19}$$

pentru toate centralele.

Rezolvînd cele n-1 ecuații (17) și cele $n + k$-1 ecuații (16) ajutîndu-ne și de ecuațiile balanței de puteri (2) și (3) găsim suficient de exact cele $2n + k$ necunoscute care sînt puterile active și reactive ale centralelor și compensatoarelor sincrone.

Dacă avem în sistem centrale hidroelectrice a căror sarcină este impusă, puterea activă a acestora se va considera ca o sarcină activă cu semnul negativ iar la repartiția puterilor reactive aceste centrale se vor considera între compensatoarele sincrone.

Am văzut mai sus că la repartiția puterilor active după relația (18), faptul că ținem seama de pierderile de putere activă în rețele se traduce prin aceea că în locul creșterilor specifice ale consumului de combustibil raportate la o variație unitară a puterii centralei respectiv $b_n = \frac{\partial B}{\partial P_n}$, apare o altă creștere specifică pe care o vom nota cu μ.

Pentru a o calcula este necesar să cunoaștem pentru fiecare centrală patru mărimi :

$$\frac{\partial p}{\partial P}, \frac{\partial p}{\partial Q}, \frac{\partial q}{\partial P} \text{ și } \frac{\partial q}{\partial Q}.$$

Cum termenul

$$\nu = \frac{\frac{\partial p}{\partial Q}}{1 - \frac{\partial q}{\partial Q}}$$

este foarte mic în valoare, el poate fi neglijat în calculele practice astfel că problema se reduce la determinarea derivatelor parțiale $\frac{\partial p}{\partial P}$ adică a creșterilor specifice ale pierderilor de putere activă.

Pierderile de putere activă în centrale se compun din pierderile ce depind de tensiune (pierderi în fier, pierderi prin efect Corona) și cele ce depind de curent (pierderi în cupru). Variația pierderilor ce depind de tensiune se poate neglija, știind că acestea sînt relativ mici. Se poate considera cu aproximație că variația puterii active a uneia dintre centrale schimbă foarte puțin puterile reactive ce circulă în diferitele ramuri ale rețelei. (Această presupunere este riguroasă numai cînd rapoartele r/x în toate sectoarele rețelei sînt constante)

$$\frac{\partial p_n}{\partial P_1} \approx \frac{\partial p}{\partial P_1} = \sum_l \frac{2 P_l r_l}{U_l^2} \frac{\partial P_l}{\partial P_1}$$

unde $l = 1, 2, 3 \ldots l$ sînt toate sectoarele rețelei. In practică se consideră numai variațiile pierderilor de putere reactivă în reactanțele de scăpări și nu se consideră variațiile pierderilor de magnetizare ale transformatoarelor, întrucît acestea depind în mică măsură de circulația puterilor.

In cele mai multe cazuri se poate lucra cu formula aproximativă obținută prin neglijarea lui ν, anume

$$\mu = \frac{1}{1 - \frac{\partial p}{\partial P}}.$$

Pentru a aprecia ordinul acestei aproximații să examinăm cazul cînd se transportă puterea P = 40 MW și Q = 20 MVAr printr-o linie de 110 kV cu simplu circuit, la distanța de 60 km. Linia are r = 0,21 Ω /km și n = 0,4 Ω /km

$$\delta = \frac{\partial p}{\partial P} = \frac{2.40.12,6}{110^2} = 0,083$$

$$\mu \frac{1}{1-0,083} = 1,09.$$

Valoarea exactă a coeficientului se calculează prin :

$$\frac{\partial p}{\partial Q} = \frac{2Q_l r_l}{U_l^2} \cdot \frac{\partial Q_l}{\partial Q_1} = \frac{2.20.12,6}{110^2} \cdot 1 = 0,042$$

$$\frac{\partial q}{\partial P} = \frac{2P_l x_l}{U_l^2} \cdot \frac{\partial P_l}{\partial P_1} = \frac{2.40.24}{110^2} \cdot 1 = 0,158$$

$$\frac{\partial q}{\partial Q} = \frac{2Q_l x_l}{U_l^2} \cdot \frac{\partial Q_l}{\partial Q_1} = \frac{2.20.24}{110^2} \cdot 1 = 0,079$$

și se obține :

$$\mu = \frac{1}{1 - 0,083 - \frac{0,042.0,158}{1 - 0,079}} = 1,1.$$

Rezultă din exemplul de mai sus că variația pierderilor de putere activă are o influență destul de mare asupra repartiției puterilor active, în special atunci cînd liniile de transport sînt lungi și supraîncărcate. Se vede de asemenea că se poate aplica cu suficientă exactitate pentru practică, valoarea aproximativă a coeficientului μ în orice condiții și mai ales cînd liniile funcționează la un factor de putere bun.

Unii autori introduc corecția pentru pierderile de putere prin înmulțirea creșterii specifice a consumului de combustibil cu factorul $1 + \delta$. Deoarece eroarea datorită unei astfel de simplificări este mică pentru valori mici ale lui $\delta_n = \frac{\partial p}{\partial P_n}$ (astfel cînd $\delta = 0,10$

$\mu = \frac{1}{1-\delta} = 1,11$ iar $\mu = 1 + \delta = 1,10$)

această simplificare nu întîmpină obiecțiuni principiale.

Calculul creșterilor specifice ale pierderilor în rețele, se bazează pe următoarele considerente :

Pierderile electrice în rețea se compun din suma pierderilor în fiecare sector al rețelei

$$p = p_1 + p_2 + \ldots + p_l$$

și prin urmare creșterea specifică a pierderilor în raport cu sarcina unei centrale, a n-a este suma creșterilor specifice în fiecare sector al rețelei

$$\delta_n = \delta_{1n} + \delta_{2n} + \ldots + \delta_{ln}$$

în care :

$$\delta_{ln} = \frac{\partial p_l}{\partial P_n}$$

este creșterea specifică a pierderilor în sectorul *l* al rețelei datorită sarcini centralei :

$$p_l = \frac{r_l}{U_{nom}^2} (P_l^2 + Q_l^2)$$

în care r_l este rezistența sectorului *l*.

Repetăm că tensiunea și sarcina reactivă se consideră practic independente de repartiția puterilor active.

Atunci creșterea specifică a pierderilor se exprimă :

$$\delta_l = \frac{\partial p_l}{\partial P_n} = \frac{2r_l}{U^2} P_l \frac{\partial P_l}{\partial P_n} . \qquad (21)$$

Pentru transformatori formula ține seama numai de pierderile în cupru. Știind că în transformatori

$$p_t = \frac{S_t^2}{S_{nom}^2} \frac{p_{cu}\% S_{nom}}{100}$$

unde :

$S_t = P_t + Q_t$ este sarcina efectivă a transformatorului în MVA.

p_{cu} % sînt pierderile în cupru în plină sarcină a transformatorului, în procente din puterea nominală, putem scrie creșterea specifică a pierderilor în transformatori

$$\delta_t = 2 \frac{P_t}{S_{nom}} \cdot \frac{p_{cu}\%}{100} \frac{\partial P_t}{\partial P_n} . \qquad (22)$$

De pierderile în generatori se ține seama în caracteristicile de consum ale agregatelor, astfel că ele nu mai intră în expresia lui δ.

Inainte de a trece la metodele practice de calcul al creșterilor specifice ale pierderilor, trebuie amintite cîteva considerațiuni asupra sensului fizic al coeficienților *b* și ν.

Expresia (19) reprezintă condiția repartiției raționale a puterilor reactive între centralele sistemului energetic. La numărătorul acestei expresii apar derivatele parțiale $\frac{\partial p}{\partial Q}$ care dau creșterea pierderilor de putere activă la o variație unitară a puterii reactive a centralei *n*, cînd puterea reactivă a tuturor celorlalte centrale rămîne constantă.

La numitorul expresiei (19) apare termenul

$$1 - \frac{\partial q}{\partial Q} .$$

Derivata $\frac{\partial q}{\partial Q}$ este creșterea specifică a pierderilor reactive în rețea, datorită unei variații a puterii reactive a centralei *n*. Dacă se înmulțește numărătorul și numitorul expresiei (19) cu valoarea creșterii puterii reactive a centralei *n*, ΔQ_n, atunci obținem la numărător valoarea creșterii pierderilor active provocată de puterea

reactivă suplimentară ΔQ_n, iar la numitor apare diferența între creșterea puterii reactive a centrei n și creșterea pierderilor reactive în rețea provocată de aceasta,

$$\Delta Q_n - \Delta q$$

Pe baza ecuației balanței puterilor reactive (3), se poate scrie la o variație a puterii Q_n

$$\Delta Q_n - \Delta q = \Delta \Sigma Q_s . \qquad (23)$$

Astfel termenul de la numitorul expresiei (19) corespunde variației sarcinii reactive totale.

Atunci putem interpreta sensul fizic al expresiei.

$$\nu = \frac{\frac{\partial p}{\partial Q_n}}{1 - \frac{\partial q}{\partial Q_n}} .$$

Ea reprezintă creșterea pierderilor active ce se produce la o creștere a sarcinii reactive a centralei n, Δp_a, raportată la creșterea sarcinii reactive totale a rețelei. Dacă pentru centrala m, coeficientul ν este mai mare decît pentru centrala n, înseamnă că pentru a micșora pierderile în rețele trebuie să descărcăm reactiv centrala m, încărcînd centrala n și să ducem acest reglaj al puterilor reactive pînă ce coeficienții ν_m și ν_n pentru cele două centrale vor fi egali. Regimul egalității coeficienților ν este regimul optim de repartiție din punct de vedere economic.

In practică însă repartiția optimă a puterilor reactive nu se poate realiza mai întotdeauna, din cauza că puterea reactivă disponibilă în generatori și regimul de încărcare reactivă al lor sînt condiționate de o serie de alți factori ce limitează disponibilul reactiv.

Să revenim la condiția repartiției optime a puterilor active, $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \ldots \lambda_n$ după cum rezultă din expresia (18). Termenii $b_n = \frac{\partial B}{\partial P_n}$, etc. reprezintă creșterile specifice ale consumului de combustibil, raportate la puterea centralei n. Inmulțind numărătorul și numitorul expresiei λ (18) cu valoarea creșterii puterii active a centralei ΔP găsim următoarele :

Numitorul înmulțit cu ΔP dă :

$$\left(1 - \frac{\partial p}{\partial P} - \frac{\frac{\partial p}{\partial Q} \cdot \frac{\partial q}{\partial P}}{1 - \frac{\partial q}{\partial Q}}\right) \Delta P = \Delta P - \Delta p_p - \nu \Delta q_p$$

unde ΔP este creșterea puterii active a centralei, Δp_p este creșterea pierderilor active provocată de creșterea puterii cu ΔP iar termenul $\nu \Delta q_p$ trebuie examinat separat.

Am văzut că ν este creșterea specifică a pierderilor active raportată la creșterea sarcinii reactive totale a rețelei. Atunci

$$\nu \left(\Delta P \frac{\partial q}{\partial P} \right) = \nu \Delta q_p$$

este creșterea pierderilor active provocată de creșterea pierderilor de putere reactivă Δq_p acoperite de creșterea corespunzătoare a puterii reactive a centralei date. Diferența

$$\Delta P - \Delta p_p - \nu \Delta q_p = \Delta P - \Delta p$$

exprimă creșterea de putere activă a centralei minus pierderile active provocate de puterea suplimentară ΔP (prin creșterea pierderilor active și reactive).

Din ecuația (2) a balanței puterilor active, în cazul cînd numai P_n are o creștere, se obține că :

$$\Delta P_n - \Delta p = \Delta \Sigma P_s$$

ceea ce arată că expresia

$$\mu_n = \frac{b_n}{1 - \frac{\partial p}{\partial P_n} - \frac{\frac{\partial p}{\partial Q_n} \cdot \frac{\partial q}{\partial P_n}}{1 - \frac{\partial q}{\partial Q_n}}}$$

reprezintă creșterea consumului orar de combustibil convențional al centralei, raportată nu la creșterea puterii active a centralei ci la creșterea respectivă a sarcinii active a rețelei. Cu alte cuvinte coeficientul μ_n determină creșterea consumului orar de combustibil convențional la centrala n, la o creștere unitară a sarcinii active în rețea, atunci cînd creșterea sarcinii și creșterea corespunzătoare a pierderilor sînt acoperite de centrala n.

Pentru a ilustra aplicarea metodei creșterilor specifice cu pierderi minime în rețele, se dau mai jos cîteva exemple de calcul al repartiției puterilor.

Este indicat să examinăm mai întîi cazul mai simplu, cînd centralele interconectate au caracteristici de consum egale sau foarte asemănătoare ; atunci repartiția sarcinilor între centrele se face numai după criteriul pierderilor minime.

Se știe că în rețelele electrice ale căror elemente au raportul constant între valoarea rezistenței și a reactanței, avem cele mai mici pierderi în cazul cînd circulația puterilor în rețea este cea naturală și cînd tensiunile la punctele de alimentare sînt egale. Dacă însă parametrii rețelelor nu satisfac în toate sectoarele condiția r/x = const, avem pierderi minime numai la o circulație de puteri diferită de cea naturală și deci la tensiuni inegale în punctele de alimentare. Dar chiar și în rețelele care au raportul r/x = const. în toate sectoarele, sîntem deseori nevoiți să funcționăm cu o circulație de puteri forțată din cauza imposibilității unora dintre centrale de a prelua

sarcina ce le revine la circulația naturală a puterilor. Această situație o întîlnim extrem de frecvent, fie din cauza dimensionării greșite a unităților din centrale, fie din cauza unui deficit de putere temporar creat de revizii sau avarii de unități. In rețelele avînd r/x = const. circulația de puteri forțată duce întotdeauna la creșterea pierderilor în rețele. In rețelele în care raportul r/x nu este același în toate sectoarele, circulația de puteri forțată are uneori ca efect creșterea pierderilor dar alteori poate duce la scăderea pierderilor și chiar la o scădere însemnată a lor.

Ne ocupăm mai întîi la rețelele cu r/x = const. ceea ce presupune că toate ramurile ce compun circuitul alimentat sînt de exemplu linii aeriene cu secțiuni egale și cu aceeași construcție a suporților. In rețelele de transport rapoartele sînt în general diferite și mai ales cînd în compunerea circuitului intră transformatori sau sectoare de rețea în cablu și linie aeriană. Calculele practice însă arată că presupunînd raportul r/x = const. în rețea nu se introduce o eroare apreciabilă.

Să presupunem mai întîi că centralele ce alimentează rețeaua pot prelua asupra lor sarcinile rezultate din calcule. Pentru simplificarea calculelor admitem că toate sarcinile din rețea au același factor de putere.

La sistemul energetic cel mai simplu, compus din două centrale interconectate, alimentînd o porțiune de rețea nebuclată, pierderile în rețea sînt minime cînd pierderile specifice pentru cele două centrale sînt egale. Să considerăm o rețea de tipul celei din fig. 1. Pierderile totale

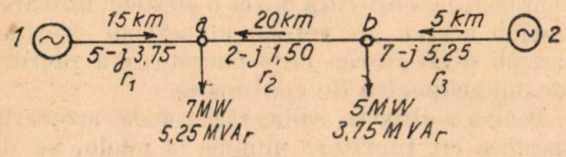


Fig. 1.

în rețea se compun din suma pierderilor ce se produc în toate sectoarele l:

$$p = \sum_{1}^{l} \frac{P_l^2 + Q_l^2}{U_{nom}^2} \text{ Rl}$$

$$\frac{\partial p}{\partial P_1} = \frac{2}{U_{nom}^2}[P_1^2 r_1 + (P_1 - P_{s1})^2 r_2 + (P_1 - P_{s1} - P_{s2})^2 r_3]$$

sau prescurtat

$$\frac{\partial p}{\partial P_1} = \delta_1 = \frac{2}{U_{nom}^2}[P_1 R - \sum_{2} P_s r'] \quad (24)$$

și la fel

$$\frac{\partial p}{\partial P_2} = \delta_2 = \frac{2}{U_{nom}^2}[P_2 R - \sum_{1} P_s r'']$$

unde :

P_1 este puterea centralei *1*;
P_2 — puterea centralei *2*;
P_s — puterile sarcinilor rețelei;
R — rezistența totală a rețelei între extremitățile *1* și *2*;
r' și r'' — rezistența rețelei între sarcină și extremitatea *1* respectiv *2*.

Cum expresiile din paranteză, împărțite la tensiunea U_{nom} reprezintă suma căderilor de tensiune între *1* și *2*, rezultă că în cazul $U_1 = U_2$, pierderile minime au loc la

$$\delta_1 = \delta_2 = 0$$

și repartiția corespunzătoare pierderilor minime în rețele se obține la egalitatea pierderilor specifice, la tensiuni egale la centrale.

Primul exemplu de calcul trebuie să ilustreze cum într-o rețea circulația de puteri forțată mărește pierderile electrice.

Să presupunem o rețea lineară de 35 kV cu două centrale ce alimentează două stații de transformare coborîtoare. Linia este omogenă cu un singur circuit, avînd conductori de O-Al 70 mm^2

$$r = 0{,}45 \ \Omega/\text{km}$$

$$x = 0{,}38 \ \Omega/\text{km}.$$

Factorul de putere al sarcinilor este egal cu 0,8. Circulația naturală se stabilește după cum urmează :

$$P_1 = \frac{5 \cdot 5 + 7.25}{40} = 5 \text{ MW}$$

$$P_2 = 7 \text{ MW}$$

$$Q_1 = 3{,}75 \text{ MW}$$

$$Q_2 = 5{,}25 \text{ MW}.$$

Punctul de separație a puterilor active și reactive este la stația a. Pierderile de putere, calculate la tensiunea nominală, sînt în cele trei sectoare :

$$p_{1a} = 215 \text{ kW}$$

$$p_{ab} = 46 \text{ kW}$$

$$p_{b2} = 141 \text{ kW}$$

în total $p = 402$ kW.

Să presupunem acum că centrala P_2 are puterea disponibilă limitată la 4 MW. Atunci

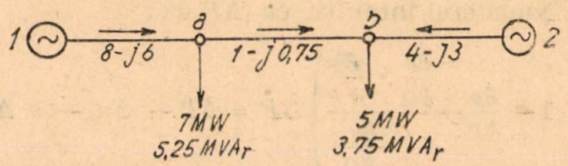


Fig. 2.

centrala P_1 trebuie să debiteze o putere de 8 MW. Circulația de puteri în acest caz este cea din fig. 2.

Pierderile în linii au devenit :

$$p_{.a} = 551 \text{ kW}$$

$$p_{ab} = 11 \text{ kW}$$

$$p_{b2} = 46 \text{ kW}$$

în total $p = 608$ kW, adică pierderile s-au mărit cu 50%.

Dacă la circulația forțată a puterii active se menține circulația naturală a puterilor reac-

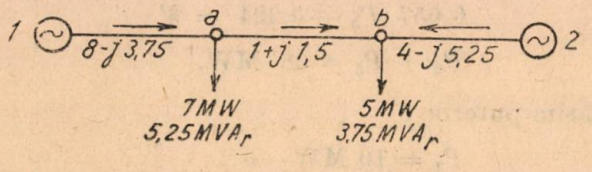


Fig. 3.

tive, adică se realizează circulația din fig 3, pierderile sînt mai mici.

$$p_{1a} = 430 \text{ kW}$$

$$p_{ab} = 24 \text{ kW}$$

$$p_{b2} = 80 \text{ kW}$$

în total $p = 534$ kW, ceea ce reprezintă o creștere cu numai 30%. La efectuarea unui asemenea calcul pentru circulația puterilor este întotdeauna necesar să verificăm regimul tensiunilor și în multe cazuri de repartiție forțată vom găsi tensiuni absolut inadmisibile la consumator. Deseori regimul forțat poate fi realizat numai prin dublarea circuitului sau prin

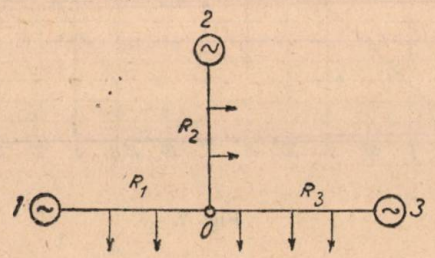


Fig. 4.

montarea de compensatoare sincrone pentru obținerea unui regim acceptabil de tensiuni.

Să trecem la examinarea cazului cu trei centrale ce alimentează o rețea cu un singur nod. Relația momentelor scrise față de nod are forma :

$$\delta_1 = \frac{2}{U_{nom}^2}\left(P_1 R_1 - \sum_0 P_{s1} r_1'\right) = \frac{2\Delta U}{U_{nom}} \quad (25\,a)$$

$$\delta_2 = \frac{2}{U_{nom}^2}\left(P_2 R_2 - \sum_0 P_{s2} r_2'\right) = \frac{2\Delta U}{U_{nom}} \quad (25\,b)$$

$$\delta_3 = \frac{2}{U_{nom}^2}\left(P_3 R_3 - \sum_0 P_{s3} r_3'\right) = \frac{2\Delta U}{U_{nom}} . \quad (25\,c)$$

Expresia din paranteze, împărțită la U_{nom} reprezintă căderea de tensiune de la centrală pînă la nod și deci, în cazul de față, nu este egală cu zero însă are aceeași valoare în cele trei ecuații.

Prin urmare, repartiția sarcinilor între centrale, corespunzătoare pierderilor minime în rețea, se găsește la egalitatea pierderilor specifice parțiale

$$\delta_1 = \delta_2 = \delta_3.$$

Se vede de aici, că în cazul cînd centralele au aceleași caracteristici de consum și cînd raportul r/x = const. în rețea, se poate găsi repartiția economică a puterilor fără a calcula cu coeficientul lui Lagrange.

Observînd că pierderile în aceste cazuri sînt egale cu dublul căderii de tensiune relative, reiese posibilitatea de a afla repartiția puterilor între centrale prin metoda de calcul al circulației de puteri cu ajutorul căderilor de tensiune.

Din formulele (25) reiese că

$$\frac{2}{U_{nom}}\left(\frac{P_1 R_1}{U_{nom}} - \sum_0 \frac{P_s r_1'}{U_{nom}} - \Delta U\right) = 0$$

de unde :

$$P_1 = \frac{(U_{nom} - U_0)\, U_{nom}}{R_1} + \frac{\sum_0 P_0 r'}{R_1} .$$

Aceasta este formula cunoscută pentru calculul circulației de puteri cînd tensiunile la centrale sînt inegale, luînd nodul o ca punct de alimentare a rețelei, avînd tensiunea U_0.

Să examinăm un al doilea exemplu de calcul cu schema din fig. 5. Tensiunea nominală U_{nom}

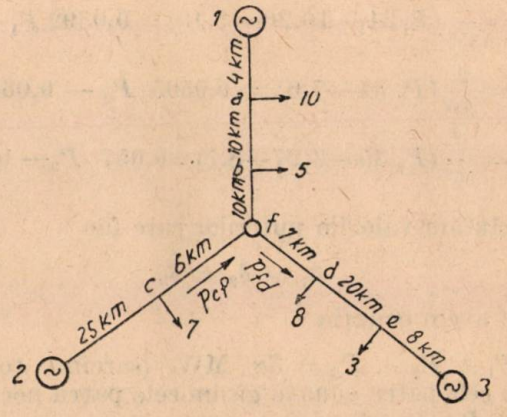


Fig. 5.

= 35 kV. Pentru simplificare presupunem că rețeaua satisface condiția r/x = const. în toate sectoarele și că toți consumatorii au același factor de putere, iar tensiunile sînt egale $U_1 = U_2 = U_3$. Circulația de puteri se găsește scriind egalitatea căderilor de tensiune de la centrale la nodul f cu ajutorul a două puteri independente p_{cf} și p_{fd}

$$(P_{cf} + 7)\,25 = (11 - P_{fd})\,8 + (8 - P_{fd})\,20 - 7P_{fd} =$$
$$= (P_{fd} - P_{cf} + 5)\,10 + (P_{fd} - P_{cf} + 10)\,10 + (P_{fd} - P_{cf} + 20)\,4.$$

Găsim că punctul de separație a puterilor este la stația coborîtoare *d*, iar

$$P_{cd} = 1{,}38 \text{ MW}$$

$$P_{fd} = 0{,}87 \text{ MW}.$$

Circulația naturală a puterilor este cea din

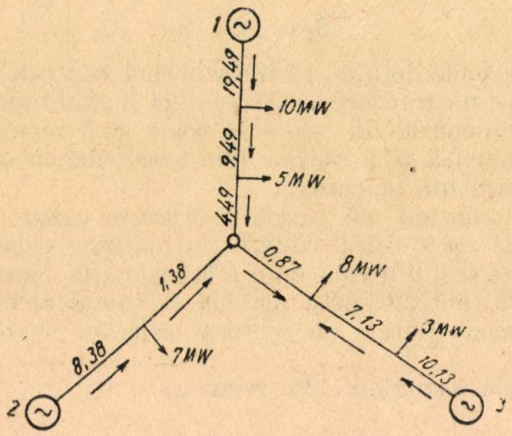


Fig. 6.

schema din fig. 6. Puterile debitate de centrale se găsesc :

$$P_1 = 19{,}49 \text{ MW}$$

$$P_2 = 8{,}38 \text{ MW}$$

$$P_3 = 10{,}13 \text{ MW}$$

Pentru a găsi pierderile minime scriem egalitatea (25 *a-b-c*) a creșterilor specifice ale pierderilor, pentru cele trei centrale :

$$\delta_1 = \frac{2}{35^2}(P_1 24 — 10.20 — 5.10) = 0{,}0392\, P_1 — 0{,}41$$

$$\delta_2 = \frac{2}{35^2}(P_2\, 34 — 7.6) = 0{,}0505\ P_2 — 0{,}0685$$

$$\delta_3 = \frac{2}{35^2}(P_3\, 35 — 3.27 — 8.7) = 0{,}057\ P_3 — 0{,}224$$

și căutăm valorile puterilor care fac

$$\delta_1 = \delta_2 = \delta_3.$$

Mai avem ecuația

$P_1 + P_2 + P_3 = 38$ MW (sarcina totală). Din cele patru ecuații găsim cele patru necunoscute P_1, P_2, P_3 și δ

$$\delta = 0{,}354.$$

Prin urmare sarcinile care corespund pierderilor minime sînt :

$$P_1 = \frac{0{,}41 + 0{,}354}{0{,}039} = 19{,}49 \text{ MW}$$

$$P_2 = \frac{0{,}069 + 0{,}354}{0{,}0505} = 8{,}38 \text{ MW}$$

$$P_3 = \frac{0{,}224 + 0{,}354}{0{,}057} = 10{,}13 \text{ MW}$$

ceea ce verifică faptul că la egalitatea tensiunilor la centrale avem repartiția rațională a puterilor.

In cazul cînd puterea disponibilă a uneia din centrale este mai mică decît cea rațională, obținem o circulație de puteri forțată și pierderi mărite.

Să presupunem că puterea centralei 3 este limitată la 10 MW. Centralele *1* și *2* trebuie să debiteze 28 MW. Va trebui să rezolvăm ecuațiile :

$$0{,}0505\ P_2 — 0{,}0695 = \delta'$$

$$0{,}057\ P_3 — 0{,}224 = \delta'$$

$$P_2 + P_3 = 28 \text{ MW}.$$

Găsim puterile :

$$P_1 = 10 \text{ MW}$$

$$P_2 = 13{,}4 \text{ MW}$$

$$P_3 = 14{,}6 \text{ MW}$$

$$\delta = 0{,}608.$$

Această situație se poate găsi și pe cale grafică, cu ajutorul unei diagrame care se construiește în prealabil pentru toate situațiile de funcționare ale centralelor la un regim dat al consumatorilor și pe baza parametrilor liniilor de transport. Căutăm (vezi fig. 7) o orizontală care inter-

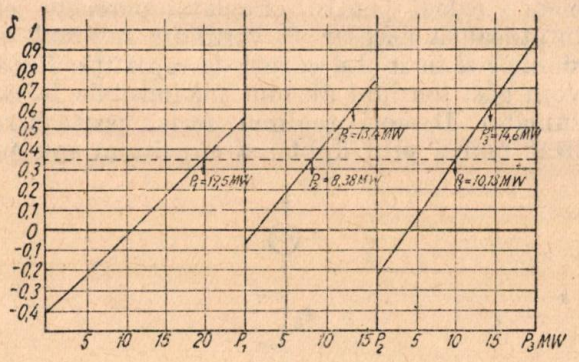


Fig. 7.

sectează dreptele de putere ale centralelor astfel încît suma proecțiilor pe axa absciselor să dea 38 MW.

Repartiția sarcinilor la egalitatea creșterilor δ se aplică foarte rar în practică iar cazul uzual este al sistemelor avînd caracteristici de consum foarte diferite, la care repartiția se face la egalitatea creșterilor *b*, cu factorul de corecție datorită lui δ. Se dă mai jos un exemplu de calcul al repartiției într-un asemenea sistem, schițat în fig. 8.

Sistemul examinat are 6 centrale termoelectrice, unite printr-o rețea de linii de 110 kV, care alimentează stațiile de transformare coborîtoare *a*, *b*, *c* ... *k*, *l*. Pentru a putea calcula creșterile specifice ale pierderilor în transformatorii centralelor, se dau schemele electrice ale centralelor *1*, *2* ... *6* în fig. 9. Consumul de putere al stațiilor coborîtoare și al

serviciilor interne ale centralelor este indicat tot în fig. 9. Pierderile în linii şi staţii se presupun incluse în puterile consumatorilor. Rezistenţele tuturor sectoarelor reţelei au fost recal-

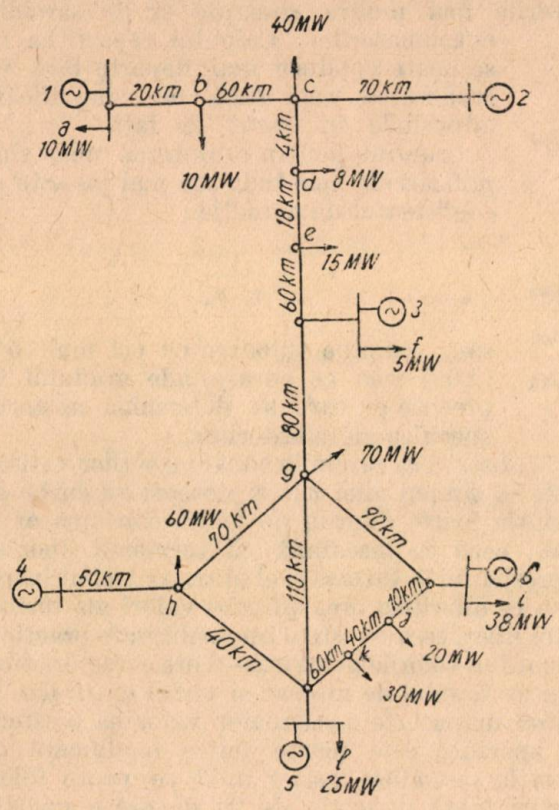


Fig. 8.

culate la tensiunea de referinţă de 110 kV. Sarcinile sînt cele de la ora de vîrf de seară.

Schema de calcul din fig. 8 a fost în prealabil simplificată. Staţiile de transformare apropiate şi legate prin linii cu capacitate mare de transport au fost reprezentate confundate într-un singur punct consumator. Liniile cu dublu circuit au fost reprezentate printr-o singură linie.

Tensiunea medie de exploatare în reţeaua ce leagă centralele *1*, *2*, *3* cu staţia *g* este de 113 kV. Tensiunea medie în restul reţelei este de 110 kV.

Se observă de la început că în sectoarele reţelei raportul r/x nu este acelaşi. In acest caz, în expresia sarcinii active a unui sector al reţelei intră termeni proporţionali cu sarcina reactivă a staţiilor şi centralelor. V. M. Gorenstein demonstrează că prin neglijarea părţii imaginare a coeficientului de repartiţie al liniilor nu se introduce o eroare apreciabilă.

Creşterile specifice ale pierderilor în transformatori se calculează cu formula (22), astfel, că, de exemplu, în transformatorii centralei *5*

$$\delta_t = 2\,\frac{P_5 - 6 - 25}{3 \times 31{,}5} \cdot \frac{0{,}74}{100}$$

ştiind că pierderile în cupru la transformatorii de 31,5 MVA sînt de 0,74% la sarcina nominală, consumul serviciilor interne este de 6 MW iar consumul barei de 35 kV este de 25 MW. Pierderile în înfăşurările de 35 kV ale transformatorilor nu influenţează creşterile specifice întrucît ele nu depind de încărcarea centralei.

Creşterile specifice ale pierderilor în linii se calculează pentru fiecare sector de linie în parte, după formula (21). In sectoarele radiale ale

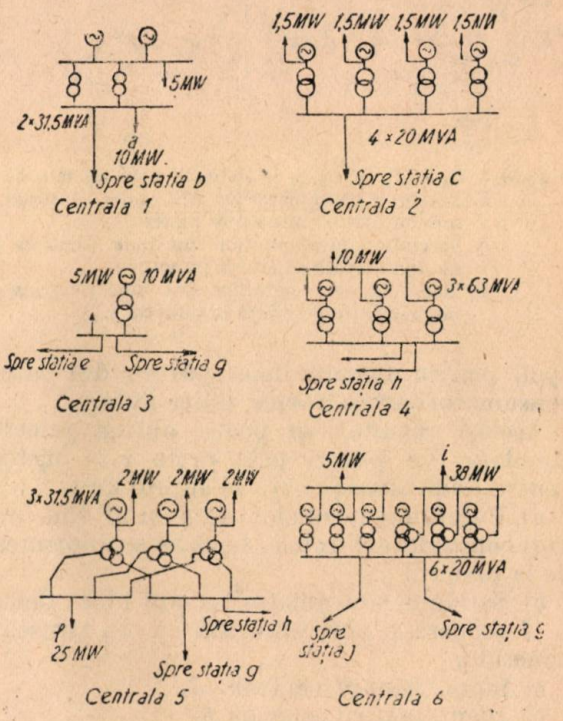


Fig. 9.

reţelei puterea P_l se obţine extrem de uşor în funcţie de puterile centralelor ce alimentează ramura respectivă. Ne alegem un punct al sistemului faţă de care se calculează creşterile specifice ale pierderilor. Trebuie observat în prealabil că alegerea acestui punct influenţează valoarea tuturor creşterilor specifice ale pierderilor astfel încît repartiţia optimă a pierderilor între centrale nu se modifică. De aceea la alegerea punctului trebuie să ne ghidăm exclusiv după criteriul simplificării calculelor ce urmează. Se urmăreşte în primul rînd ca în expresia creşterilor specifice ale pierderilor pentru o centrală să nu intre puterile celorlalte centrale. In cazul de faţă vom vedea că este inevitabil. Se alege de obicei punctul unde este concentrată sarcina cea mai mare sau barele celei mai mari centrale. In exemplul nostru s-a ales punctul *g*.

Pentru stabilirea creşterilor specifice ale pierderilor active este necesar în primul rînd să stabilim circulaţia de putere în toate sectoarele reţelei. Pentru liniile radiale aceasta nu prezintă dificultăţi. De exemplu în linia *b-c* se scrie puterea :

$$P_1 - 25 \text{ MW}$$

sau în linia *c-d* se scrie :

$$P_1 + P_2 - 71 \text{ MW}.$$

Puterile liniilor ce intră în compunerea unei bucle pot fi exprimate cu ajutorul metodei coeficienților de repartiție. Aceasta înseamnă a înmulți sarcina unei stații consumatoare cu coeficientul de repartiție al fiecărei linii, care este constant pentru rețeaua dată. Se însumează

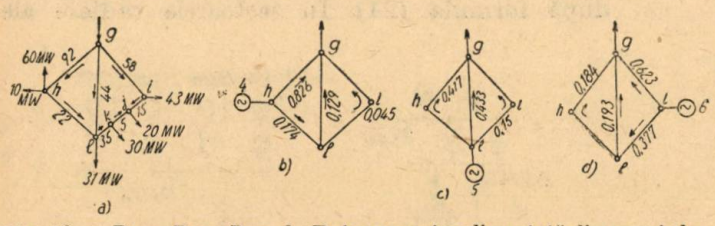


Fig. 10 *a* $P_4 = P_5 = P_6 = 0$. Rețeaua este alimentată din punctul *g*.
b. Sarcinile consumatorilor sînt nule. Centrala *4* alimentează sarcina unitară situată în punctul *g*.
c. Sarcinile consumatorilor sînt nule. Centrala *5* alimentează sarcina unitară situată în punctul *g*.
d. Sarcinile consumatorilor sînt nule. Centrala *6* alimentează sarcina unitară situată în punctul *g*.

apoi, pentru fiecare linie, partea din sarcina consumatorilor ce revine liniei date.

Același rezultat se poate obține calculînd circulația de puteri prin orice altă metodă, pentru două situații care se suprapun :

a) Puterile centralelor *4*, *5* și *6* sînt nule. Toți consumatorii rețelei buclate se alimentează de la punctul *g*.

b) Sarcinile consumatorilor sînt nule. Centrala *4* acoperă o sarcină egală cu P_4 situată în punctul *g*.

c) Idem, pentru centrala *5*.

g) Idem, pentru centrala *6*.

Schemele din fig. 10 *a-b-c* și d dau posibilitatea de a exprima puterile de pe linii în funcție de sarcinile centralelor *4*, *5* și *6* și de a calcula creșterile specifice ale pierderilor pentru aceste centrale, pînă la punctul *g*.

In schema 10 *a* s-a găsit circulația de puteri în modul următor : se eliberează linia *g-i-l* de sarcini deplasîndu-le în punctele *g* și *l*. Se obține astfel :

$$P'_g = 112{,}5 \text{ MW}$$

$$P'_l = 81{,}5 \text{ MW}.$$

Linia *g-l* se leagă în paralel cu linia *g-i-l* și se obține un triunghi *g-h-l* care se rezolvă simplu.

Centrala 1 :

Sectorul	Rezistența Ω	U kV	P_l MW	$\delta_1 \times 10^2$
Transf. CTE 1		113	$P_1 - 5$	$0{,}0235\ P_1 - 0{,}118$
1-*b*	3,3	„	$P_1 - 15$	$0{,}0515\ P_1 - 0{,}775$
b-c	10	„	$P_1 - 25$	$0{,}156\ P_1 - 3{,}92$
c-d	0,84	„	$P_1 + P_2 - 71$	$0{,}0131(P_1 + P_2) - 0{,}93$
d-e	3,78	„	$P_1 + P_2 - 79$	$0{,}059(P_1 + P_2) - 4{,}67$
e-3	16,2	„	$P_1 + P_2 - 94$	$0{,}253(P_1 + P_2) - 23{,}8$
3-*g*	13,6	„	$P_1 + P_2 + P_3 - 99$	$0{,}212(P_1 + P_2 + P_3) - 21$

Total . . . . $(0{,}7681\ P_1 + 0{,}5371\ P_2 + 0{,}212\ P_2 - 55{,}213)\ 10^{-2}$

Pentru partea ramificată a rețelei s-au găsit următoarele creșteri specifice ale pierderilor în diferitele sectoare, pînă la punctul *g*.

După cum se vede, creșterile specifice ale pierderilor pentru cele 6 centrale sînt funcții de puterile mai multor centrale și de sarcinile consumatorilor. Calculul repartiției nu se poate conduce mai departe fără introducerea unei serii de simplificări, admisibile în cazul de față.

Criteriul pentru admiterea unei simplificări din cele indicate mai jos este ca coeficientul de corecție :

$$\frac{1}{1 - \delta_n}$$

să-și schimbe valoarea cu cel mult 5% (0,05) ceea ce corespunde gradului de precizie cu care se determină creșterile specifice ale pierderilor.

Se observă că sarcinile consumatorilor variază mult în timpul unei zile și deseori au curbe de variație foarte diferite de la un consumator la altul, ceea ce înseamnă că termenul liber al expresiei lui δ variază și el orar. Ar trebui introduse la diferitele ore, diferite valori ale termenului liber, ceea ce este o imposibilitate practică. Se pot lua valorile pentru 2—3 ore caracteristice, cum ar fi golul de noapte și vîrful de zi, dar în marea majoritate a cazurilor valoarea creșterilor specifice este foarte puțin modificată de variația sarcinilor, astfel încît se poate folosi pentru toată perioada de 24 de ore o valoare medie a termenului liber.

Tot astfel s-a obținut pentru *centrala 2* : $\delta_2 = (0{,}7066\ P_2 + 0{,}5371\ P_1 + 0{,}212\ P_3 - 51{,}413)\ 10^{-2}$
și pentru *centrala 3*

$$\delta_3 = (0{,}212\ P_1 + 0{,}212\ P_2 + 0{,}406\ P_3 - 21)\ 10^{-2}$$

Pentru sectoarele din circuitul buclat se întocmesc tabelele de mai jos.

Sectorul	Rezistența Ω	P_l MW
Transformatorii CTE4		$P_4 - 10$
Transformatorii CTE 5		$P_5 - 6$; $P_5 - 31$
Transformatorii CTE6		$P_6 - 5$: $P_6 - 43$
h—g	4,6	$0{,}826\ P_4 + 0{,}417\ P_5 + 0{,}184\ P_6 - 92$
5—*h*	10,8	$-0{,}174\ P_4 + 0{,}417\ P_5 + 0{,}184\ P_6 - 22$
5—*k*	12,6	$0{,}045\ P_4 + 0{,}15\ P_5 - 0{,}377\ P_6 + 35$
k—j	8,4	$0{,}045\ P_4 + 0{,}15\ P_5 - 0{,}377\ P_6 + 35$
6—*j*	2,7	$0{,}045\ P_4 + 0{,}15\ P_5 - 0{,}377\ P_6 - 15$
6—*g*	18,9	$0{,}045\ P_4 + 0{,}15\ P_5 + 0{,}623\ P_6 - 58$
5—*g*	14,9	$0{,}129\ P_4 + 0{,}433\ P_5 + 0{,}193\ P_6 - 44$

Vom considera deci că sarcinile tuturor stațiilor variază proporțional cu sarcina totală a sistemului și că sarcina medie a sistemului este 85% din valoarea vîrfului de seară. In acest fel termenii liberi din toate expresiile se vor micșora la 85 %.

Centrala 4

Sectorul	$\delta_4 = k_4 (k_4 P_4 + k_5 P_5 + k_6 P_6 - P_s) r \frac{2}{110^2} \cdot 10^3$
$6-g$	$0{,}0063\ P_4 + 0{,}021\ P_5 + 0{,}0875\ P_6 - 8{,}1$
$5-g$	$0{,}041\ P_4 + 0{,}138\ P_5\ 0{,}061\ P_6 - 14$
$5-h$	$0{,}0539\ P_4 - 0{,}129\ P_5 - 0{,}057\ P_6 + 6{,}81$
$5-k$	$0{,}0042\ P_4 + 0{,}014\ P_5 + 0{,}035\ P_6 + 3{,}27$
$k-j$	$0{,}0028\ P_4 + 0{,}0093\ P_5 + 0{,}023\ P_6 + 0{,}312$
$6-j$	$0{,}0009\ P_4 + 0{,}003\ P_5 + 0{,}0075\ P_6 - 0{,}3$
$h-g$	$0{,}52\ P_4 + 0{,}262\ P_5 + 0{,}116\ P_6 - 57{,}8$
$4-h$	$0{,}579\ P_4 - 5{,}79$
Transformator CTE4	$0{,}0655\ P_4 - 0{,}655$

$$\delta_4 = (1{,}273\ P_4 + 0{,}318\ P_5 + 0{,}272\ P_6 - 76{,}253)\ 10^{-3}$$

In același mod s-a obținut pentru *centralele 5* și 6 :

$$\delta_5 = (0{,}318\ P_4 + 1{,}218\ P_5 + 0{,}915\ P_6 - 111{,}36)\ 10^{-3}$$
$$\delta_6 = (0{,}272\ P_4 + 0{,}915\ P_5 + 2{,}078\ P_6 - 129{,}95)\ 10^{-3}$$

In cazul cînd în expresia pentru o centrală intră și puterile altor centrale iar variația puterilor acestor centrale provoacă o variație a lui δ cu cel mult $\pm$ 0,05 față de valoarea medie, se poate lua pentru puterile celorlalte centrale valoarea puterii lor medii. Astfel termenii ce cuprind puterile celorlalte centrale devin constanți și intră în termenul liber.

De exemplu sarcina centralei *1* poate să varieze între limitele 30—48 MW iar sarcina centralei *2* între 30—64 MW. Variația puterii centralei *1* cu $\pm$ 9 MW peste valorea medie de 39 MW și variația puterii centralei 2 cu $\pm$14 MW peste valoarea medie de 50 MW produc o variație a lui δ_3 cu 0,0495.

Cu aceste simplificări, expresiile finale obținute pentru creșterile specifice ale pierderilor sînt :

Centrala		Observații	
1	$\delta_1 = (0{,}768\ P_1 + 27{,}043)\ 10^{-2}$	P_{1med} =	39 MW
2	$\delta_2 = (0{,}7066 P_2 + 29{,}143)\ 10^{-2}$	P_{2med} =	50 MW
3	$\delta_3 = (0{,}406\ P_3 - 2{,}100)\ 10^{-3}$	P_{3med} =	6 MW
4	$\delta_4 = (1{,}273\ P_4 - 42{,}65) 10^{-3}$	P_{4med} =	125MW
5	$\delta_5 = (1{,}218\ P_5 - 25{,}76) 10^{-3}$	P_{5med} =	63 MW
6	$\delta_6 = (2{,}078\ P_6 - 38{,}35) 10^{-3}$	P_{6med} =	50 MW

Cu ajutorul formulelor de mai sus se determină coeficienții de corecție care să țină seama de pierderile în rețea.

Pentru a exemplifica aplicarea acestor coeficienți să presupunem că la sarcina centralei *5* de 63 MW corespunde o creștere a consumului de combustibil :

$$b = 0{,}46.$$

$$\delta_5 = (1{,}218.63 = 25{,}76)\ 10^{-3} = 0{,}051)$$

$$\mu = \frac{1}{1 - 0{,}051} = 1{,}05$$

$$b' = 0{,}45.1{,}05 = 0{,}485.$$

Făcînd aceleași calcule pentru toate centralele la toate sarcinile la care se produc salturi ale creșterilor specifice se obțin caracteristicile corectate. Este indicat a se construi mai întîi caracteristicile corectate și a întocmi apoi tabela creșterilor specifice corectate, cu puterile corespunzătoare ale centralelor.

Repartiția economică a puterilor reactive între centralele și compensatoarele sistemului energetic se găsește la egalitatea creșterilor specifice

$$\nu = \frac{\frac{\partial p}{\partial Q}}{1 - \frac{\partial q}{\partial Q}}$$

ale pierderilor de putere activă în funcție de puterile reactive ale centralelor și compensatoarelor sincrone. Pentru repartiția puterilor reactive se alcătuiesc tabele analoage cu cele pentru repartiția puterilor active.

Practic însă, în urma faptului că puterile reactive maxime și minime ale centralelor depind de valoarea puterilor active, de cele mai multe ori nu se poate realiza repartiția rațională a puterilor reactive, căci puterea reactivă ce se recomandă în tabel pentru o anumită centrală este mai mare decît cea disponibilă în condițiile date. In acest caz trebuie să se adaoge la sarcina reactivă totală de repartizat valoarea puterii reactive care lipsește, menționată mai sus, și apoi să se găsească noua repartiție a puterii reactive prin introducerea la caz de nevoie a unei noi corecții.

Cum problema încărcării reactive a generatorilor mai are unele aspecte care nu au loc a fi tratate în cadrul acestui articol, vom trata problema numai sub aspectul reducerii pierderilor în rețea

$$\frac{\partial p}{\partial Q_1} = \sum_l \frac{2Q_l r_l}{U_l^2} \cdot \frac{\partial Q_l}{\partial Q_1} = \sum_l \frac{2Q_l r_l}{U_l^2} \alpha_{l1}$$

unde α_{l1} este coeficientul de repartiție a puterii reactive a centralei *1*, Q_1, în sectorul l. Toate valorile Q_l variază liniar cu puterile reactive debitate de centrale, Q_1, Q_2, Q_n și cu sarcinile Q_a, Q_b, Q_c. De aceea :

$$Q_l = \alpha_{l1}\ Q_1 + \alpha_{l2}\ Q_2 + \ldots \alpha_{la}\ Q_a + \alpha_{lb}\ Q_b + \ldots$$

Notăm prin :

$$\rho_l = \frac{2r_l}{U_l^2}$$

şi scriem condiţia egalităţii creşterilor specifice

$$\sum_{e} \rho_l \alpha_{l1} (\alpha_{l1} Q_1 + \alpha_{e2} Q_2 + \ldots) = \text{const.}$$

$$l = 1, 2, 3 \ldots l$$

ceea ce ne dă n-1 ecuaţii. In afară de aceasta avem relaţia

$$Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n - (Q_a + Q_b + \ldots) - q = 0.$$

Introducînd valorile sarcinilor reactive ale consumatorilor Q_a, Q_b şi evaluînd aproximativ pierderile q, obţinem n ecuaţii de gradul întîi prin care determinăm Q_1, $Q_2 \ldots Q_3$. După aceea pierderile reactive pot fi recalculate mai precis şi calculul se repetă în acelaş mod. Se recomandă a construi tabele de repartiţie a puterii reactive separat pentru diferitele intervale ale zilei, de exemplu 0—5, 6—16, 17—24, în cazul cînd există diferenţe apreciabile în variaţiile din cursul zilei a sarcinii reactive a consumatorilor.

Bibliografie:

Marcovici I. M.: Sistemele energetice şi regimurile lor, Gosenergoizdat, 1952.

Gorenştein V. M.: Repartiţia optimă a sarcinilor pe centralele electrice interconectate, E.E.S., 1953.

Bolotov V. V.: Bazele teoretice ale alegerii regimului economic al sistemelor electroenergetice complexe, Ed. Academiei de Ştiinţe U.R.S.S., 1947.

Melnicov N. A.: Calculul regimurilor de funcţionare a reţelelor sistemelor electrice, PED-MEE, 1951.

Rozenberg B. I.: Repartiţia puterilor active şi reactive între sursele de alimentare, corespunzătoare minimului de pierderi în reţelele electrice, Electricestvo, nr. 11/1948.

★

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК МЕЖДУ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ НАИМЕНЬШИМ ПОТЕРЯМ В СЕТЯХ

Резюме

Рассматривается оптимальное распределение между взаимосвязанными электростанциями по критерию минимального расхода топлива, причем преследуются наименьшие потери в сетях.

Обсуждается поправка применяемая величинам относительного роста расхода на электростанциях, для учета потерь в трансформаторах и линиях электропередачи. Дается пример расчета комплексной энергетической системы.

★

EINE DEN MINDESTVERLUSTEN IN DEN NETZEN ENTSPRECHENDE VERTEILUNG DER LASTEN ZWRICHEN DEN KRAFTWERKEN EINES ENERGETISCHEN SYSTEMS

Der Aufsatz behandelt die bestmögliche Verteilung der Lasten zwischen Verbundkraftwerken, wobei ein Mindestverbrauch an Brennstoff und Mindesterluste in den Netzen verfolgt werden.

Ferner wird die anzuwendende Korrektur der relativen Zuwachswärmeverbrauches in den Kraftwerken, unter Berücksichtigung der Verluste in den Transformatoren und in den Leitungen behandelt.

Der Aufsatz bringt desgleichen ein Beispiel für die Berechnung eines komplexen energetischen Systems.

Generatoare şi compensatoare sincrone

Ing Gh. I. MANOLESCU

In scopul asigurării unei funcţionări continue, economice şi fără avarii a instalaţiilor pentru producerea, transportul şi distribuţia energiei electrice „Prescripţiile de exploatare tehnică a centralelor şi reţelelor electrice" impun respectarea a o serie de reguli. Toate aceste reguli de ordin constructiv sau privind exploatarea, unele din ele revoluţionînd complet pe cele vechi aplicate pînă azi, sînt rezultatul unor studii minuţioase şi unei experienţe îndelungate pe care ni le-a pus la dispoziţie Uniunea Sovietică. Printre echipamentele de bază ale instalaţiilor energetice se numără generatoarele şi compensatoarele sincrone a căror utilizare sistematică (exploatare tehnică) trebuie să se facă în conformitate cu Cap. XXVII din PET, fiindcă o execuţie incorectă, greşită sau ne la timp a acestor reguli poate duce la accidente sau la perturbări într-un întreg sistem energetic.

La baza fiecărui paragraf din acest capitol stau considerente de ordin tehnic, economic sau de exploatare, considerente a căror cunoaştere permite ca cei însărcinaţi cu aplicarea PET-ului să-şi dea mai uşor seama de necesitatea respectării stricte a fiecărui paragraf.

Astfel, chiar de la citirea primului paragraf (paragraful 706) se poate pune întrebarea : de ce la turbogeneratoare şi generatoare Diesel se prevede montarea a cîte un ampermetru pe fiecare fază în timp ce la hidrogeneratoare şi compensatoare sincrone, numai cîte unul. Explicaţia rezultă mai tîrziu din paragraful 717 care admite ca hidrogeneratoarele şi compensatoarele sincrone să funcţioneze cu un grad de asimetrie mai mare.

Deoarece nu este posibil ca într-un articol să se poată trata fiecare paragraf,în cele ce urmează vom căuta să arătăm care sînt principiile noi mai importante cuprinse în capitolul XXVII, motivele care au determinat introducerea lor, avantajele introducerii lor precum şi modul cum pot fi realizate.

1. Protecţia prin relee

Pentru a limita urmarea oricărui defect trecător sau permanent, exterior sau interior, generatoarele şi compensatoarele sincrone sînt prevăzute cu instalaţiile de protecţie (paragraful 707) arătate detaliat în cap. IV, din prescripţia nr. 5—55 „Prescripţii pentru amenajarea instalaţiilor de protecţie prin relee şi automatizare" ediţia II-a EES 1955.

Aci este de remarcat că la generatoarele care debitează pe bare colectoare, protecţia împotriva punerii la pămînt este executată cu transformatoare de intensitate de secvenţă homopolară şi acţionează prin curentul capacitiv al reţelei.

Protecţiile împotriva punerii la pămînt, folosite în trecut, care erau acţionate de un curent activ, creiat artificial micşorau siguranţa reţelei, deoarece acest curent (deşi mic de cîteva sutimi de amperi) avea caracterul unui scurtcircuit între faze, în cazul unei puneri la pămînt.

Protecţia împotriva punerii la pămînt a generatoarelor care funcţionează bloc cu un transformator, se realizează cu ajutorul releului de tensiune de secvenţă homopolară. Acest releu este conectat la înfăşurarea secundară a transformatorului de tensiune, legat între nulul generatorului şi pămînt, şi la transformatorul pentru controlul izolaţiei legat în triunghi deschis.

2. Forţarea excitaţiei

Prevederile paragrafului 708 modifică rolul reglării automate a excitaţiei generatoarelor practicat în trecut, cînd aceasta — făcută în majoritatea cazurilor cu limitarea curentului de excitaţie — se folosea numai pentru menţinerea tensiunii la barele centralei electrice.

Energeticienii sovietici au demonstrat că această metodă este greşită, căci folosirea curentului de excitaţie maxim pe care îl poate da excitatoarea la forţarea completă (adică atunci cînd toate rezistenţele din circuitul de excitaţie sînt scurtcircuitate);

— măreşte stabilitatea funcţionării în paralel a centralei electrice;

— asigură restabilirea rapidă a tensiunii după lichidarea scurtcircuitelor;

— măreşte siguranţa în funcţionarea tuturor protecţiilor şi

— asigură autopornirea motoarelor electrice (paragraful 741 şi 742).

Astăzi rolul principal al dispozitivelor pentru reglarea excitaţiei nu este atît menţinerea tensiunii la un nivel dat, ci mărirea pînă la valoarea maximă (de plafon), a curentului de excitaţie al generatoarelor şi al compensatoarelor sincrone, la toate regimurile însoţite de micşorarea tensiunii.

Folosirea curentului maxim de excitaţie face ca personalul de exploatare să aibă cîte odată temeri nejustificate gînduindu-se la suprasarcinile la care poate fi solicitat generatorul. In realitate suprasarcinile generatoarelor şi compensatoarelor sincrone, înzestrate cu dispozitive

pentru reglarea automată a excitației, s-au dovedit a fi mult mai mici decît cele care au avut loc înainte de introducerea acestor dispozitive, cînd dese ori aveau loc pendulări ale generatoarelor din cauza perturbării stabilității funcționării în paralel. Aceste pendulări durau destul de mult (cîteva minute). Prin generatoare treceau, în acest caz, curenți cu mult mai mari decît cei nominali. In Uniunea Sovietică, după introducerea pe scară largă a dispozitivelor pentru reglarea automată a excitației, cazurile de perturbare a stabilității funcționării în paralel au devenit foarte rare iar supraîncărcarea generatoarelor în timpul scurtcircuitelor, precum și la restabilirea tensiunii după deconectarea acestora, durează acum cîteva secunde.

Reglajul automat al curentului de excitație se poate realiza cu ajutorul regulatoarelor automate de tensiune sau, cu dispozitive de compundare cu corector de tensiune electromagnetică.

Cel mai simplu dispozitiv automat pentru forțarea excitației este acela cu relee. El constă dintr-un releu minimal de tensiune și dintr-un releu intermediar sau un contactor care scurtcircuitează toate rezistențele din circuitul de excitație al excitatoarei. Releul minimal de tensiune acționează cînd tensiunea scade la 85% din tensiunea de regim a generatorului.

Dispozitivele cu relee pentru forțarea excitației se instalează la toate generatoarele și compensatoarele sincrone, indiferent de puterea lor. Prin aceasta se asigură cel mai simplu și mai sigur, creșterea automată a curentului pînă la valoarea maximă de plafon în cazul scăderii tensiunii în sistemul energetic din cauza unor avarii.

Pentru asigurarea reglării curentului de excitație la variații foarte mici ale tensiunii, generatoarele de 3 000 kW sau mai mare și compensatoarele sincrone se înzestrează de asemenea cu regulatoare automate de tensiune (paragraful 708).

Avînd în vedere importanța excepțională a reglajului automat al excitației, generatoarele și compensatoarele sincrone nu trebuie lăsate în nici un caz fără aceste dispozitive. Este interzisă deconectarea acestor dispozitive la apariția unei puneri la pămînt în circuitele de excitație sau a altor defecte. Dacă generatorul ar rămîne fără dispozitiv de reglare automată a excitației el poate ieși din sincronism atunci cînd sistemul energetic suferă o avarie, ceea ce duce de obicei la oscilații mari ale puterii active, ale curenților din stator și rotor, iar cîteodată chiar la creșterea excesivă a turației generatorului. Ca regulă generală dispozitivele de reglare automată a excitației trebuie considerate ca parte integrantă a generatorului sau compensatorului sincron și de aceea deconectarea lor nu poate fi făcută decît în cazuri cu totul excepționale.

3. Curenții de lagăr

Izolarea arborelui față de corp (paragraful 710) este necesară fiindcă în timpul funcționării generatorului sau compensatorului sincron, se induce în lungul arborelui rotorului o forță electromotoare alternativă care poate provoca curenți prin lagărele agregatului (fig. 1). Curenții de lagăr pot defecta fusurile arborilor rotorului, cuzineții lagărelor, iar la turbinele cu abur, chiar angrenajul cu șurub fără fine al dispozitivului de acționare a pompei de ulei a turbinei.

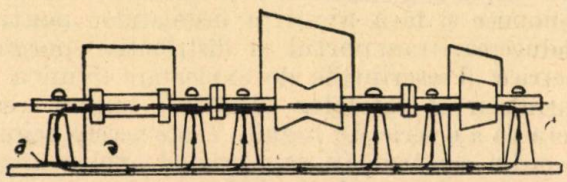


Fig. 1. Schema închiderii curenților de lagăr ai turbogeneratoarelor

Pentru a se evita acest lucru se iau următoarele măsuri:

a) la turbogeneratoare, la hidrogeneratoarele orizontale și la compensatoarele sincrone, lagărul din partea excitatoarei și lagărele excitatoarei se izolează de placa de fundație a mașinii cu garnituri izolante; în plus se izolează una de alta cele două flanșe succesive ale fiecărei conducte de ulei;

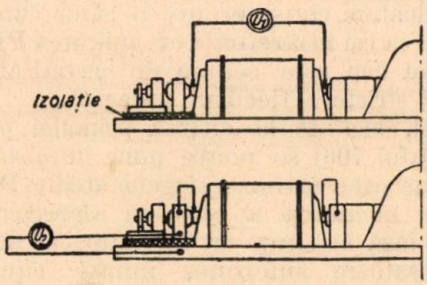


Fig. 2. Schema măsurării curenților de lagăr

b) la hidrogeneratoarele verticale, suportul în formă de cruce care poartă lagărele și excitatoarele mașinii, se izolează de corpul statorului cu garnituri izolante.

Verificarea, dacă rezistența izolației lagărelor se încadrează în cifra prescrisă, se face la montarea mașinii iar apoi cu ocazia reparațiilor capitale. In timpul măsurării, cuzineții tuturor lagărelor izolate se leagă electric între ei.

Starea garniturii izolante de sub corpul lagărului poate fi verificată chiar și în timpul funcționării generatorului (compensatorului sin-

cron). Pentru acest scop se foloseşte metoda a două măsurări succesive a tensiunii în circuitul : arbore — lagăr — placa de fundaţie — lagăr — arbore.

In primul rînd se măsoară tensiunea între capetele arborelui generatorului (compensatorului sincron) (fig. 2, *a*), iar apoi se măsoară tensiunea dintre baza lagărului izolat şi placa de fundaţie, peliculele de ulei în ambele lagăre fiind scurtcircuitate (fig. 2, *b*).

Dacă aceste tensiuni sînt egale, garnitura izolantă este în bună stare ; dacă a doua tensiune este mult mai mică decît cea dintîi, garnitura este defectă.

Scurtcircuitarea peliculelor de ulei este necesară din cauză că în unele cazuri, pelicula însăşi este un material izolant şi de aceea în cazul defectării garniturii izolante de sub patul lagărului, tensiunea dintre arbore şi corp va fi egală cu tensiunea dintre capetele rotorului, din care cauză defectul nu va putea fi descoperit.

Şi prima măsurare, şi a doua trebuie să se execute cu un voltmetru cu scara mică dar cu un consum mare, adică avînd rezistenţa interioară mică. Acest lucru este necesar pentru ca rezultatele măsurărilor să nu fie influenţate de scurgerea de pe rotorul generatorului a sarcinilor electrostatice, care apar atunci cînd prin paletele turbinei trece abur umed. Aceste sarcini sînt mici iar tensiunea produsă de ele poate fi măsurată numai cu aparate cu rezistenţă interioară mare. Tensiunile date de sarcinile electrostatice nu pot produce defecte la diferitele organe ale maşinii însă pot nelinişti personalul. Pentru înlăturarea acestor sarcini se poate monta o perie mică care să şunteze pelicula de ulei a unuia din lagărele neizolate.

4. Funcţiunea în regim asincron

La pierderea excitaţiei (din cauza deconectării greşite a automatului de desexcitare rapidă a defectării excitatoarei, a scurtcircuitelor în circuitele de excitaţie etc.) cîmpul megnetic al rotorului şi cuplul electromagnetic, creiat de curentul continuu de excitaţie, scad pînă la zero ; totodată generatorul nu mai debitează în reţea putere reactivă, ci o consumă din aceasta. Curenţii de magnetizare, căpătaţi din reţea, vor da naştere unui cîmp rotitor aproximativ egal cu cel existent înainte de prinderea excitaţiei, cîmp avînd viteza de rotaţie corespunzătoare frecvenţei reţelei (viteza sincronă).

Prin desexcitare, cuplul electromagnetic devenind mai mic decît cuplul dezvoltat de turbină, generatorul iese din sincronism. Sub acţiunea cuplului dezvoltat de turbină turaţia rotorului va creşte peste cea sincronă, din care cauză cîmpul magnetic rotitor al statorului va induce în corpul rotorului, în înfăşurarea de amortizare, precum şi în înfăşurarea de excitaţie (dacă aceasta este scurtcircuitată sau închisă pe rezistenţa de stingere a automatului de desexcitare rapidă), curenţi alternativi avînd frecvenţa de alunecare dată de relaţia :

$$f_a = \frac{\Delta n}{60p}$$

unde :

Δn este diferenţa dintre turaţia rotorului şi turaţia sincronă a cîmpului, rot/min ;
p — numărul de perechi de poli ai rotorului.

Aceşti curenţi, străbătînd înfăşurarea de excitaţie, vor creia un cuplu asincron de frînare, iar generatorul va debita în reţea putere activă. Turaţia rotorului generatorului va creşte pînă cînd cuplul dezvoltat de turbină şi cuplul asincron la arborele generatorului vor fi egali. Ca urmare a creşterii turaţiei rotorului, regulatorul turbinei va micşora admisia aburului sau a apei în turbină, adică puterea. Puterea cedată de generator reţelei va fi deci mai mică decît cea produsă înainte de pierderea excitaţiei.

Valoarea sarcinii la care se va stabili noul regim de funcţionare (adică echilibrul dintre cuplul asincron al generatorului şi cuplul de rotaţie al turbinei), depinde de caracteristica de reglaj a turbinei, de valoarea alunecării şi a cuplului asincron al generatorului.

De regulă, la alunecări mici de ordinul fracţiunilor de procente, turbogeneratoarele cu rotor masiv creiază un cuplu asincron destul de mare, şi de aceea pot funcţiona cu o sarcină activă importantă. Funcţionarea generatorului în regim asincron este însoţită însă de variaţii ale curentului în stator. Aceste variaţii vor fi mai mici dacă înfăşurarea rotorului este deschisă şi mai mari dacă aceasta este închisă, pe cînd alunecarea va fi mult mai mică dacă înfăşurarea rotorului este închisă decît dacă ea este deschisă.

Cînd generatorul funcţionează în regim asincron, pierderea de energie în rotor va fi mai mare decît pierderea în regim sincron, ceea ce conduce la supraîncălzirea rotorului. Pentru turbogeneratoare, pierderea de energie, care este proporţională cu alunecarea, fiind relativ mică, regimul asincron poate fi admis timp de 30 minute, după care la restabilirea excitaţiei (paragraful 712) generatorul intră treptat în sincronism.

Pentru determinarea sarcinii admisibile la funcţionarea turbogeneratorului în regim asincron, trebuie să se facă încercări (paragraful 718). In exploatare este suficient ca încercările să se facă trecînd turbogeneratorul în regim asincron prin deconectarea şi apoi reconectarea automatului de desexicitare rapidă. Pentru turbogeneratoarele care debitează în reţea după o schemă normală, ordinea operaţiilor este următoarea :

— se stabileşte o sarcină constantă :
— se înscriu indicaţiile aparatelor ;
— se deconectează automatul de desexcitare rapidă astfel că generatorul trece în regim asincron ;

— se înscriu indicaţiile tuturor aparatelor la funcţionarea generatorului în regim asincron, după care;

— se conectează automatul de desexcitare rapidă şi generatorul se sincronizează, apoi, după restabilirea regimului normal;

— se înscriu indicaţiile tuturor aparatelor.

Măsurările se pot executa cu ajutorul aparatelor de tablou. Pentru controlul alunecării se recomandă să se monteze, dacă acest lucru este posibil, un voltmetru, care să măsoare tensiunea pe inelele rotorului.

Alunecarea se calculează după numărul de oscilaţii complete ale acului voltmetrului conectat la inelele rotorului, sau ale acului ampermetrului din circuitul statorului.

Numărul de oscilaţii ale acului ampermetrului din circuitul statorului este de două ori mai mare decît numărul oscilaţiilor acului voltmetrului din circuitul rotorului.

Alunecarea a în procente se calculează cu formula:

$$a = \frac{N_v \cdot 100}{t \cdot f} = \frac{2N_v}{t}$$

atunci cînd măsurarea se face pe baza numărului de oscilaţii ale acului voltmetrului conectat la inelele rotorului, sau cu formula:

$$a = \frac{N_a \cdot 100}{2\ t \cdot f} = \frac{N_a}{t}$$

cînd măsurarea se face pe baza numărului de oscilaţii ale acului ampermetrului din circuitul statorului, în care:

N_v, N_a sînt respectiv numărul oscilaţiilor complete ale acelor aparatelor, din circuitul rotorului şi statorului în t secunde, iar f—frecvenţa reţelei exprimată în Hz.

Nu trebuie să ne temem de apariţia unor tensiuni mai mari pe inelele rotorului. Experienţa a arătat că această tensiune este de acelaşi ordin ca şi tensiunea de excitaţie în regim normal sau chiar mai mică. Experienţele trebuie executate la patru sarcini: 0,5, 0,7, şi 0,9...1,0. Durata funcţionării în regim asincron pentru încercări este determinată de timpul necesar pentru înscrierea indicaţiilor aparatelor care de regulă, nu este mai mare de două minute.

In timpul încercării, regulatoarele automate de exicitaţie de la toate maşinile, cu excepţia celei ce se încearcă, trebuie să fie conectate. Incercările nu trebuie făcute la generatoare cu bandaje de sîrmă şi nici în acele cazuri în care sistemul energetic nu va putea asigura necesarul de putere reactivă la pierderea excitaţiei unuia din generatoare. In timpul încercării se admite supraîncărcarea celorlalte maşini. Sarcina admisibilă la funcţionarea în regim asincron, fără excitaţie, se determină pe baza rezultatelor încercărilor, observînd ca să fie respectate următoarele două condiţii:

a) curentul din stator să nu depăşească curentul nominal (acest lucru nu se referă la supraîncărcările de scurtă durată din timpul ncercării);

b) pierderile în rotor determinate cu formula;

$$Q_r = a \cdot P_a$$

în care:

a este alunecarea;

P_a — puterea în kW debitată în reţea în cursul încercărilor;

să nu depăşească pierderile pentru excitaţie în regim normal.

Funcţionarea hidrogeneratoarelor în regim asincron de durată nu se admite din cauza că ele avînd o reactanţă sincronă mică, la pierderea excitaţiei, consumă din reţea un curent de ordinul celui nominal iar cîteodată chiar mai mare. In acest caz trebuie să se încerce restabilirea rapidă a excitaţiei (prin reanclanşarea automatului de desexcitare rapidă atunci cînd acesta a fost deconectat întîmplător). Dacă însă restabilirea rapidă a excitaţiei nu reuşeşte, atunci hidrogeneratorul trebuie deconectat de la reţea.

In afară de aceasta, hidrogeneratoarele fără înfăşurări de amortizare nu pot dezvolta un cuplu asincron mare (de regulă el nu depăşeşte 0,5—0,6 din cel nominal) şi de aceea la pierderea excitaţiei ele îşi măresc considerabil turaţia. Natural, aceste maşini trebuie deconectate repede de la reţea atunci cînd îşi pierd excitaţia.

Ceva mai bine se comportă hidrogeneratoarele cu înfăşurări de amortizare, dar în majoritatea cazurilor, la ele echilibrul se stabileşte numai la alunecări foarte mari (3—5%), la care, datorită pericolului de supraîncălzire a înfăşurării de amortizare, funcţionarea de durată în regim asincron cu sarcină activă nu este admisă.

5. Autosincronizarea

Conectarea pentru funcţionarea în paralel prin autosincronizare (paragraful 720) este un procedeu nou.

Inainte, conectarea maşinilor sincrone pentru funcţionare în paralel, se făcea exclusiv prin aşa numita metodă a sincronizării „exacte". După cum se ştie, la această metodă punerea în paralel se face atunci cînd tensiunile şi frecvenţele sînt egale iar fazele tensiunilor maşinii şi reţelei coincid.

Conectarea aceasta se execută mai ales manual, de către un personal special instruit. In practica exploatării s-au întîmplat numeroase cazuri de avarii grele ale generatoarelor, din cauza punerii greşite în paralel cu o diferenţă mare între faze sau între frecvenţe.

Punerea în paralel prin metoda sincronizării exacte cere din partea personalului multă atenţie şi durează cîte odată foarte mult. In practica exploatării s-au întîmplat cazuri repetate, în care operaţia de punere în paralel dura zeci de minute. O asemenea întîrziere la punerea în paralel a generatoarelor este inadmisibilă, în special la lichidarea unei avarii, cînd conectarea generatoarelor pentru funcţionarea în paralel trebuie să se facă cît mai rapid.

Pentru a micşora neajunsurile punerii în paralel manuale prin metoda sincronizării exacte, s-au introdus mai tîrziu sincronizatoarele automate de cele mai variate tipuri şi construcţii. Sincronizatoarele automate nu asigură însă nici ele o punere rapidă în paralel a generatoarelor, au o construcţie complicată şi, fapt deosebit de important, nu funcţionează sigur în cazuri de avarii, cînd conectarea rapidă a generatoarelor la reţea are o importanţă deosebită. In aceste cazuri trebuie să se recurgă tot la conectarea manuală, cu toate neajunsurile acestei metode.

Folosirea în cazul conectării manuale, a diverselor genuri de blocaje nu exclude definitiv erorile. In practica exploatării au avut loc cazuri de punere în paralel, la care decalajul dintre faza generatorului şi a reţelei era de 180°, cu toate că exista un blocaj în contra conectărilor greşite. Aceasta se explică prin faptul că alimentarea circuitelor blocajului se face de la aceleaşi transformatoare de tensiune, de la care se alimentează şi dispozitivele de sincronizare. Aşa dar, sincronizatoarele automate şi blocajele în contra conectărilor greşite nu au dat rezultatele dorite. Ele au avut ca rezultat complicarea schemelor de automatizare nu simplificarea acestora.

Neajunsurile inerente operaţiei de conectare pentru funcţionarea în paralel a maşinilor sincrone prin metoda sincronizării exacte, au făcut să se recurgă la o metodă mai simplă şi mai sigură de punere în paralel a maşinii şi anume metoda autosincronizării.

Metoda autosincronizării constă în aceea că maşinile sincrone după ce sînt aduse pînă la o turaţie foarte apropiată de cea sincronă, sînt conectate la reţea fără excitaţie, după care aplicîndu-i-se excitaţia, ea intră singură în sincronism.

Metoda autosincronizării pentru punerea în paralel a maşinilor sincrone are o serie de avantaje esenţiale faţă de metoda sincronizării exacte şi anume :

a) Excluderea posibilităţilor de conectare greşită şi în legătură cu aceasta lipsa pericolului de defectare a maşinii.

b) Posibilitatea unei conectări rapide, fapt deosebit de important atunci cînd trebuie să se lichideze o avarie.

c) Simplificarea automatizării procesului de punere în paralel.

d) Posibilitatea punerii în paralel a generatoarelor chiar atunci cînd frecvenţa şi tensiunea reţelei sînt destul de scăzute.

e) Simplificarea operaţiei de punere în paralel a generatoarelor fără întrerupător cu conectare de la distanţă, precum şi a compensatoarelor sincrone cu electromotor de demaraj.

f) Posibilitatea unei puneri în paralel rapide şi automate a hidrogeneratoarelor de rezervă, folosindu-se pornirea asincronă.

g) Posibilitatea folosirii reanclanşării automate rapide a centralelor electrice care şi-au pierdut legătura cu sistemul energetic din cauza perturbaţiei stabilităţii sau din cauza declanşării liniei de transport care leagă această centrală electrică cu sistemul energetic.

Singurele neajunsuri ale autosincronizării sînt :

a) Şoc inevitabil de curent în momentul conectării maşinii sincrone neexcitate care lucrează la tensiunea reţelei.

b) Scăderea tensiunii reţelei în momentul conectării. Dacă generatoarele aflate în funcţiune au dispozitiv de forţare a excitaţiei, acest neajuns este în majoritatea cazurilor neînsemnat.

Pe baza cercetărilor ştiinţifice executate şi a experienţei în exploatare, se poate spune în prezent că pentru toate maşinile pînă la 3 000 kW inclusiv, metoda autosincronizării trebuie că capete cea mai largă răspîndire fără nici un fel de limitare. Pentru maşinile de puteri mai mari se consideră în prezent, că punerea lor în paralel prin metoda autosincronizării se admite atunci cînd şocul curentului tranzitoriu al statorului în momentul conectării nu depăşeşte 3,5 I_{nom} . Această condiţie este îndeplinită practic de toate hidrogeneratoarele şi de compensatoarele sincrone cu electromotoare de demaraj, indiferent de schema legării lor la barele centralei sau staţiei electrice, precum şi de toate turbogeneratoarele care funcţionează bloc cu un transformator ridicător.

In cazuri de avarie, metoda autosincronizării trebuie folosită pentru punerea în paralel a tuturor maşinilor sincrone, indiferent de ordinul de mărime al curentului în momentul conectării.

In aceste cazuri, asupra valorii căderii de tensiune din momentul conectării nu este stabilită nici un fel de limită.

6. Uscarea

Vechile prescripţii impuneau uscarea generatoarelor sau compensatoarelor sincrone, atît a celor noi după montare, cît şi a celor ieşite dintr-o reparaţie capitală dacă durata acesteia depăşea un anumit interval de timp.

Noile prescripţii nu mai impun aceasta, întrucît practica sovietică a demonstrat că se poate renunţa complet la uscarea generatoarelor (paragraful 736) în primul rînd a maşinilor electrice cu izolaţia de clasa BC (STAS 1893-50) sau a acelora cu izolaţia de clasa B avînd înfăşurările formate din bare. Urmează să fie supuse uscării numai maşinile foarte umezite, care au stat mult timp într-o atmosferă cu o umiditate mare sau în cazurile evidente că apa a pătruns la înfăşurări. In aceste cazuri uscarea trebuie să se facă numai cu maşina în stare de repaos.

Pentru această stare se cunosc astăzi trei metode de uscare.

a) uscarea cu ajutorul ventilatoarelor ;

b) uscarea prin metoda pierderilor în cuprul înfăşurărilor statorului sau rotorului, trecîndu-se prin acestea curent continuu ;

c) uscarea prin metoda pierderilor în oţelul statorului.

Arătarea detaliată a modului de aplicare a fiecărei din aceste metode se găseşte în ediţia

a II-a a „Instrucțiunilor pentru repararea generatoarelor și compensatoarelor sincrone "OPED 1956.

Ca regulă generală s-au stabilit următoarele în privința uscării generatoarelor și compensatoarelor sincrione :

1. Generatoarele și compensatoarele sincrone noi instalate, avînd înfășurarea statorului cu izolație de clasa BC precum și cele avînd înfășurările statorice formate din bare și cu izolație de clasa B, pot fi puse în funcțiune fără a mai fi uscate, în cazul că este îndeplinită una din următoarele condiții :

a) dacă la temperatura de 10...30°C, raportul $\frac{R_{60}}{R_{15}} \geqslant 1{,}3$ unde : R_{60} și R_{15} sînt valorile rezistenței de izolație citite la 60 respectiv 15 s, de la aplicarea tensiunii megohmetrului ;

b) dacă rezistența de izolație măsurată la temperatura apropiată de cea de regim este de cel puțin 1 m Ω pentru 1 kV din tensiunea nominală dintre faze a statorului.

In ambele cazuri se măsoară rezistența de izolație a fiecărei faze a statorului față de corp și față de celelalte două faze legate la corp.

Dacă executarea uscării în stare de repaus este dificilă, generatoarele cu înfășurarea statorului de clasa BC la care raportul $\frac{R_{60}}{R_{15}} < 1{,}3$ se supun uscării sub sarcină.

2. Generatoarele și compensatoarele sincrone nu se supun uscării după reparații capitale dacă cu ocazia acestora nu s-au înlocuit înfășurările, cu excepția cazurilor în care apa a pătruns la înfășurări.

3. Generatoarele și compensatoarele sincrone noi instalate, care au fost supuse uscării înainte sau în timpul montării, se pun în funcțiune fără a fi încă odată uscate, cu excepția cazurilor în care apa a pătruns la înfășurări.

4. Generatoarele și compensatoarele sincrone care au fost supuse reparațiilor capitale la locul de instalare și în cursul cărora înfășurarea a fost înlocuită total sau parțial se supun uscării sub sarcină dacă nu sînt îndeplinite condițiile de la punctul 1.

Uscarea sub sarcină se execută în modul următor :

a) înfășurarea statorului se încearcă în prealabil cu tensiune mărită, conform instrucțiunilor, după care se suflă și se curăță de murdărie și praf.

b) Scoțînd scuturile frontale, se aplică fiecărei faze a înfășurării — celelalte două faze legate la pămînt—o tensiune de frecvență industrială egală cu tensiunea dintre faze a generatorului sau compensatorului sincron. După 30—40 minute, tensiunea se întrerupe, se măsoară rezistența de izolație și se verifică prin pipăire dacă izolația părților frontale s-a încălzit. Dacă se observă o încălzire uscarea sub sarcină se întrerupe, în caz contrar ;

c) generatorul sau compensatorul sincron se conectează la rețea și se încarcă pînă la 50% din valoarea nominală a curentului statorului. Curentul statorului se mărește pînă la valoarea nominală în trepte : 50 % — 65% — 85% — 100%, durata de funcționare la fiecare treaptă fiind de circa 24 ore. Se recomandă ca periodic generatorul să fie deconectat pentru măsurarea rezistenței de izolație a înfășurării statorului. Pentru timpul uscării, protecția împotriva punerii la pămînt se reglează ca să funcționeze prin declanșare (atît la punerile la pămînt în generator cît și în rețeaua aflată la tensiunea generatorului).

Direcția tehnică din Ministerul Centralelor Electrice din U.R.S.S., cu circulara nr. E-2 din februarie 1955 dispune ca în cazul cînd s-a constatat precis că apa a pătruns la înfășurări (cu ocazia stingerii incendiilor, spargerea țevilor răcitoarelor de aer etc.) aprecierea gradului de umiditate a izolației să nu se limiteze numai la determinarea rezistenței de izolație și a indicelui de absorbție $\frac{R_{60}}{R_{15}}$, ci să se măsoare și curenții de scurgere pe fiecare fază.

Acești curenți se măsoară cu tensiune mărită redresată, pentru cîteva valori ale acesteia ($0{,}5...1{,}0...1{,}5 ... 1{,}5...2{,}0\ U_n$), notîndu-se valoarea curentului de scurgere după un minut de la aplicarea fiecărei trepte de tensiune. In timpul încercării trebuie întocmit un grafic reprezentînd variația rezistenței de izolație în funcție de tensiunea de încercare aplicată (rezistența izolației este dată aci de raportul dintre tensiunea aplicată și curentul de scurgere măsurat la treapta respectivă de tensiune). In cazul cînd la o anumită treaptă a tensiunii rezistența de izolație scade cu mai mult de 30% din rezistența de izolație măsurată la treapta anterioară de tensiune, mărirea tensiunii pentru măsurarea următoare trebuie să se facă numai cu 0,2 U_n.

Dacă la această măsurare rezistența de izolație scade cu mai mult de 3—4 ori în comparație cu aceia inițială, măsurată la tensiunea de 0,5 U_n, în scopul de a se evita străpungerea izolației, încercările se opresc, înfășurarea trebuind să fie supusă uscării. Incercarea trebuie de asemenea oprită cînd în timpul menținerii înfășurării sub tensiune curentul de scurgere se mărește.

Limitarea cazurilor, cînd trebuie să se facă uscarea generatoarelor și compensatoarelor sincrone, a fost impusă atît de faptul că se făceau cheltueli inutile cu această operație, care s-a dovedit că nu în toate cazurile este necesară, cît și din cauza că se întîrzia punerea în funcțiune a mașinilor noi montate sau a celor ieșite din reparații capitale.

Bibliografie:

[1] *Grudinski P. G.* : Exploatarea tehnică a centralelor și stațiilor electrice (trad. din limba rusă) EES, 1953.

[2] * * * : Instrucțiuni pentru exploatarea generatoarelor, Gosenergoizdat, 1953.

[3] * * * : Instrucțiuni pentru uscarea generatoarelor în stare de repaos, Gosenergoizdat, 1953.

[4] * * * : Circulara nr. E-2 din februarie 1955, Elektriceskie Stanții, nr. 5/1955.

[5] *Stmocotmikov I. A.* : Regimurile de funcționare a generatoarelor sincrone, Gosenergoizdat, 1952.

Microturbinele Bánki

Prof. dr. ing. DORIN PAVEL

Problema microcentralelor hidroelectrice şi hidromecanice

Planul de electrificare al RPR prevede, pe lîngă amenajarea de uzine hidroelectrice de puteri mari, construirea unui mare număr de microcentrale, cu puteri sub 500 kW. Grupurile acestor microcentrale sînt în genere sub 100 kW, la căderi mici şi mijlocii, sub 60 m.

Microcentralele hidroelectrice sînt indicate a fi construite în regiuni izolate, unde reţelele de transport electric vor pătrunde mult mai tîrziu.

In ţară avem însă cîteva zeci de mii de roţi hidraulice rudimentare, instalate la mori, ferestraie, gatere, darace şi şteampuri şi cum aceste instalaţii sînt în general învechite şi funcţionează cu randamente sub 50%, ele trebuie sistematic reînnoite. Putem aprecia că anual ar trebui modernizate circa 500 asemenea roţi hidraulice, ceea ce reprezintă cca 4% anual, din totalul existent.

Pentru noile microcentrale trebuie construite numai microturbine, iar pentru instalaţiile hidromecanice se vor construi atît microturbine ca şi roţi hidraulice perfecţionate. Ultima problemă am tratat-o documentat în Maşini hidraulice, vol. I, EES 1954. Credem că pentru ambele categorii numărul de microturbine care trebuie construite, respectiv în parte importate anual, ar fi de peste 200 bucăţi, cu puteri de 20 la 200 CP fiecare.

La noi microcentralele hidroelectrice, ca şi cele hidromecanice vor utiliza căderi foarte variate, în regiunile de :

— şes $H = 2$ la 6 m
— deal $H = 4$ la 20 m
— munte $H = 10$ la 60 m

Potrivit căderilor H (m), debitelor Q (m^3/s) şi turaţiilor n (rot/min), variabile în limite largi, vor fi necesare diferite categorii de microturbine F (Francis normale şi rapide) şi E (elicoidale cu palele rotorice nereglabile, lente şi normale), ca şi microturbinele B (Bánki). Nu sînt indicate la noi, ca microturbine : Pelton şi Kaplan, din cauza puterilor mici, a căderilor nepotrivite şi al costului exagerat al acestor turbine, foarte preţioase la centrale mari.

In RPU se fabrică în prezent microturbine B-de serie

In ultimii ani s-a reluat fabricarea turbinelor B, construite cu 4 decenii în urmă de eminentul profesor Donát Bánki (decedat 1922), fără modificări esenţiale. Deocamdată se fabrică în serie 4 tipuri numite A, B, C, D, fiecare cu cîteva subtipuri de diferite mărimi şi pentru diferite H, Q, n şi P, notate cu indici A_6 A_8 etc. Aceste motoare hidraulice, deşi în aparenţă

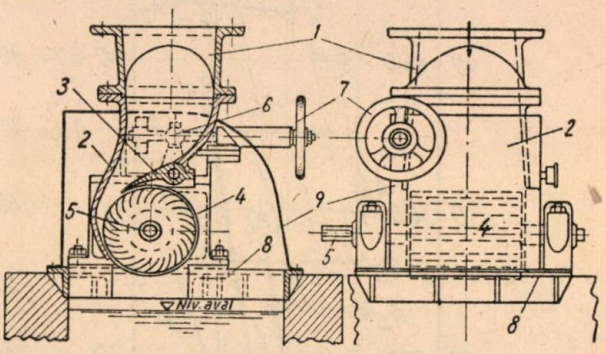


Fig. 1. Microturbina Bánki.

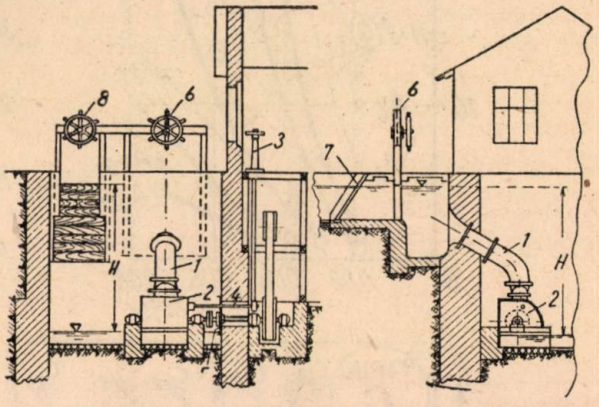


Fig. 2. Microcentrală cu turbina Bánki de tipul D de cădere sub 5m

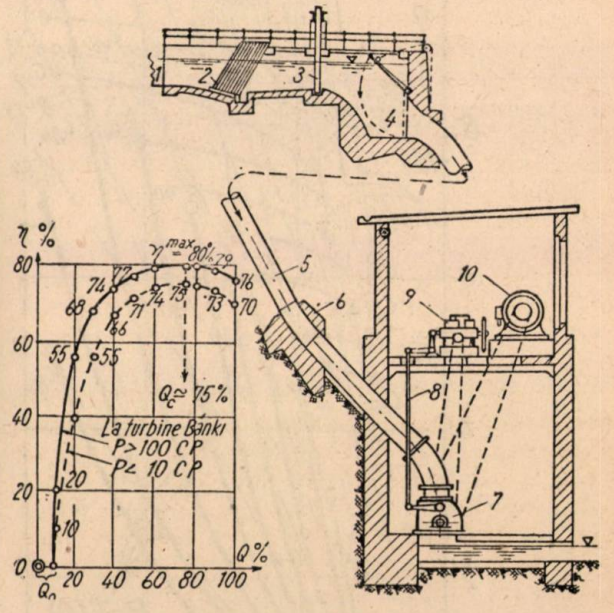


Fig. 3. Microcentrală Bánki de cădere mare de 30—60 m.

seamănă cu roţile vechi a lui Poncelet, sînt de fapt turbine, deoarece maşina este străbătută

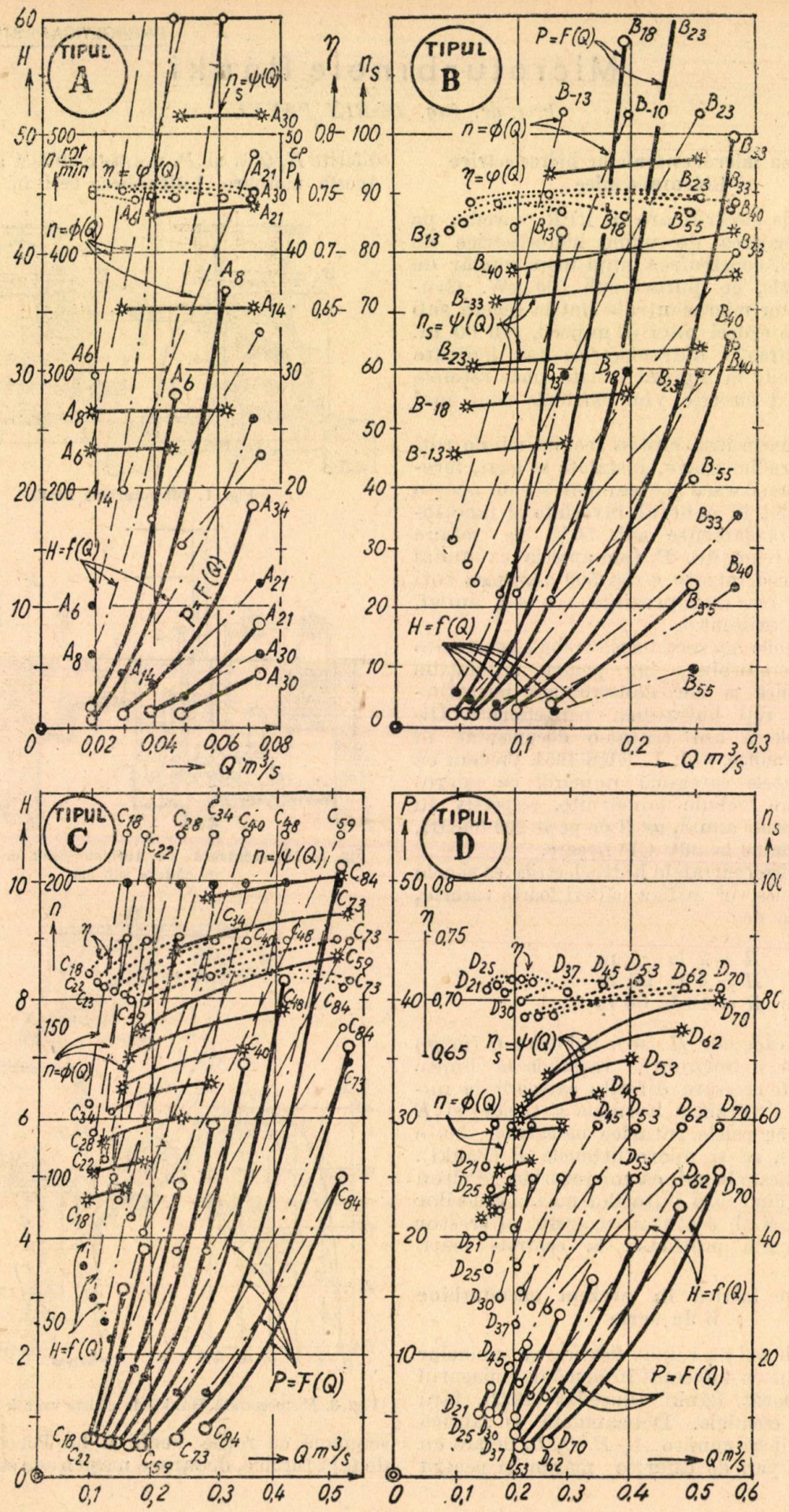


Fig. 4. Curbele caracteristice ale microturbinelor Bánki, executate în serie în R. P. U.

de fluxul hidraulic (la roți, intrarea și ieșirea apei se face prin aceleași deschideri și nu sînt străbătute de flux). Turbinele *B*, fac parte din grupa turbinelor cu egală presiune (numite impropriu de acțiune), analog turbinelor Pelton, respectiv turbinelor cu linguri Zuppinger, construite cu 30 ani înaintea celor Pelton.

Microturbina *B* (fig. 1), se compune din organele : piesa de racord 1 de la secțiunea circulară a conductei forțate, la aceia dreptunghică a statorului 2, reglat prin limba 3 și pîrghia 4, de la manivela 7 (manual sau prin regulator automat). Turbina, așezată pe batiul 8, este învelită cu capota 9, de formă simplă. Deocamdată se construiesc numai tipuri cu ax orizontal.

La căderi sub 5 m se instalează tipul *D*, de diferite mărimi, caracterizate de indici (fig. 2), avînd : conducta forțată 1, turbina 2, maneta de reglaj 3, arborele 4, care străbate peretele spre centrală, prin tola cu presetupa 5, antrenînd, prin roți și curea generatorul sau orice altă mașină de lucru. Admisia dinspre canalul de aducere se face prin stavila 6, grătarul 7, iar deversarea și descărcarea apelor se face prin stavila dublă 8.

La căderi mijlocii 10—30 m, se utilizează tipurile *B* și *C*, iar la 20—60 m tipul *A*, de diferite mărimi A_6 A_8, etc. pînă la A_{30}, conform fig. 3 în care recunoaștem : canalul de aducere 1, camera de echilibru cu grătarele 2, stavila 3 și trompa de admisie 4, conducta forțată 5, fixată în masivele 6, turbina 7, pîrghia și tija de reglaj 8, regulatorul automat 9 și generatorul 10.

Curbele caracteristice ale microturbinelor Bánki

Pa baza datelor tabelare ale fabricii Ganz anume : H, Q, P, n pentru cele 4 tipuri $ABCD$, am calculat și construit curbele caracteristice din fig. 4, cu : $H = f(Q)$; $P = 13{,}33\ QH\eta = F(Q)$; $n = \Phi(Q)$; $n_s = n\ P^{1/2}\ H^{-5/4} = \Psi(Q)$ și $\eta = \frac{0{,}075P}{QH} = \varphi(Q)$, pentru fiecare subtip A_6 A_8 A_{14} A_{21} A_{30}, apoi B_{13} la B_{55}, C_{18} la C_{84} și D_{21} la D_{70}.

Din fig. 4 se vede care este domeniul de utilizare al fiecărui tip în parte, de ex :

— tipul A_6 acoperă zona $H = 6$—60 m ; $P = 1{,}9$—$27{,}8$ CP ; $n = 598$—1470 rot/min ; $Q = 0{,}019$—$0{,}046$ m³/s ;

— tipul B_{23}, $H = 1{,}8$—30 m ; $P = 1{,}1$—$75{,}0$ CP ; $n = 122$—520 rot/min, $Q = 0{,}0615$—$0{,}252$ m³/s ;

— tipul C_{59}, $H = 1{,}6$—$10{,}0$; $P = 2{,}75$—$51{,}2$ CP ; $n = 81$—216 rot/min ; $Q = 0{,}185$—$0{,}512$ m³/s ;

— tipul D_{84}, cu $H = 1{,}4$—$5{,}0$ m ; $P = 3{,}9$—$25{,}0$ CP ; $n = 75$—151 rot/min ; $Q = 0{,}284$—$0{,}515$ m³/s, ca și celelalte subtipuri din fig. 4.

Instalînd cîte două rotoare în paralel pe același ax (Bánki-gemene), obținem debite duble, puteri aproximativ duble, turații însă la fel ca la rotoarele simple. Aceste tipuri gemene poartă denumirile $2A_6$—$2A_8$ — etc.

Cu privire la greutatea turbinelor G (kg), aceasta depinde de tip și subtipul de diferite mărimi, de ex : A_6 la $H < 60$ m, $G = 310$ kg ; A_8 la $H < 45$ m, $G = 315$ kg ; A_{14} la $H < 30$ m, $G = 235$ kg ; A_{30} la $H < 15$ m, $G = 270$ kg ; B_{13} la B_{55} sub 30 m cădere dau $G = 564$ la 780 kg ; C_{18} la C_{84} la $H < 10$ m, $G = 940$ la 1650 kg ; D_{21} la D_{70} la $H < 5$ m, cu $G = 1330$ la 2250 kg. Prețul microturbinelor Bánki variază cu greutatea, fiind unitar cca 30 lei/kg.

Analiza critică a microturbinelor Bánki

Utilizînd microturbinele Bánki, constatăm următoarele

avantaje :

— acoperim ușor domeniul rapidității $n_s = 40$—100, în care microturbinele Pelton și Francis funcționează defectuos ;

— se construiesc ușor în mici ateliere, mai mult prin lucrări de sudură și tinichigerie ;

— datorită lui n_s prea mic, se pretează bine la instalații hidromecanice (mori, ferestraie, gatere, șteampuri etc), care lucrează cu turații optime cît mai mici ;

— în exploatare nu necesită personal calificat ;

— se întreține și repară foarte ușor.

dezavantaje :

— la aceiași putere și cădere necesită mai mult oțel, ca alte tipuri ;

— pentru microcentrale hidroelectrice, au turații prea mici, de aceia necesită multiplicări prin transmisii prin curea (excepție fac numai A_6 A_8, la căderi de 40 la 60 m) ;

— realizează randamente η mici, de cel mult 75% la plină sarcină, față de microturbinele Francis și elicoidale cu 82—86 %.

Concluzii

La instalațiile hidromecanice este indicat să se utilizeze microturbine *B*. La căderi de 30—60 m, tipurile A_6 și A_8 sînt favorabile și în microcentrale hidroelectrice. La centrale hidroelectrice cu căderi mici, sub 10 m, și puteri de peste 50 CP pe turbină, nu este indicat a se utiliza microturbine Bánki, ci elicoidale *E*, care realizează turații de 3 la 5 ori mai mari, putînd astfel antrena direct generatoarele electrice. In condițiile de la noi trebuie utilizate turbinele Bánki numai în zona căderilor și puterilor favorabile acestui tip, rămînînd domeniul $H < 5$ m și $P > 50$ CP rezervat turbinelor *E* și numai în cazuri speciale să se utilizeze microturbine Francis, care sînt greu de fabricat și sînt scumpe. Microturbine de tipul Pelton sau cele Kaplan, nu sînt indicate în microcentrale, deci rămîn rezervate pentru marile uzine hidroelectrice, ca motoare de mare randament cu o perfectă elasticitate de funcționare și la sarcini foarte reduse.

Tabel cu prescripţiile şi instrucţiunile apărute în cadrul M. E. E. I. E.

Pentru a se veni în ajutorul inginerilor şi tehnicienilor din industrie în general şi a celor din industria energetică în special, se redau în tabela de mai jos prescripţiile şi instrucţiunile apărute pînă în prezent în cadrul M.E.E.I.E. privind exploatarea şi întreţinerea instalaţiilor energetice.

Nr. şi anul	Denumirea
	PRESCRIPŢII
1—1953.	Exploatarea tehnică a centralelor şi reţelelor electrice.
2—1952.	Reţele de cabluri subterane
3—1952.	Întocmirea proiectelor de reţele electrice de joasă tensiune de distribuţie rurală.
4—1952.	Construcţia liniilor aeriene de energie electrică peste 1000 V.
5—1953.	Amenajarea instalaţiilor de protecţie prin relee şi automatizare.
6—1953.	Protecţia instalaţiilor electrice împotriva supratensiunilor atmosferice.
7—1954.	Alegerea aparatelor electrice şi a conductorilor în funcţie de solicitările în caz de scurtcircuit.
8—1954.	Alimentarea cu energie electrică a întreprinderilor industriale.
9—1954.	Evidenţa energiei electrice.
10—1954.	Proiectarea sistemelor electrice.
11—1954.	Construcţia liniilor de cabluri electrice pentru tensiuni pînă la 35 kV inclusiv.
12—1954.	Construcţia liniilor aeriene de energie electrică cu tensiune pînă la 1000 V (partea mecanică).
13—1954.	Instalaţii de distribuţie şi staţii cu o tensiune mai mare de 1000 V.
14—1954.	Instalaţiii de distribuţie cu o tensiune pînă la 1000 V.
15—1954.	Amenajarea circuitelor de comandă şi măsură.
16—1954.	Construcţia punerilor la pămînt în instalaţiile sub şi peste 1000 V.
17—1954.	Normativ privind instalaţiile electrice de utilizare, pînă la 1000 V la construcţiile civile şi industriale.
18—1954.	Prescripţii pentru calculul preţului de cost al energiei electrice la proiectarea uzinelor hidroelectrice.
19—1954.	Normativ pentru calculul preliminar al preţului de cost la transportul energiei electrice.
20—1955.	Prescripţii pentru sălile de maşini electrice.
21—1955.	Prescripţii pentru amenajarea şi pentru ventilarea sălilor de acumulatoare.
22—1955.	Prescripţii pentru montarea motoarelor electrice şi a aparatajului lor.
23—1955.	Prescripţii pentru iluminatul străzilor.
	Instrucţiuni
1—1951.	Exploatarea instalaţiilor de cazane de abur
2—1951.	Exploatarea transformatoarelor de putere.
3—1951.	Exploatarea instalaţiilor hidroenergetice şi al turbinelor cu apă.
4—1954.	Tratarea apei de răcire şi exploatarea instalaţiilor respective.
5—1952.	Exploatarea şi întreţinerea autovehiculelor.
6—1955.	Exploatarea instalaţiilor din staţiile electrice de conexiuni şi transformare.
7—1952.	Exploatarea turbinelor cu abur.
8—1952.	Exploatarea alternatorilor.
9—1952.	Exploatarea motoarelor cu ardere internă.
10—1955.	Repararea motoarelor cu ardere internă.

Nr. şi anul	Denumirea
11—1952.	Normativ general de manevră în instalaţiile electrice din centrale şi staţii .
12—1952.	Gospodărirea şi utilizarea lubrefianţilor.
13—1955.	Exploatarea şi întreţinerea reţelelor aeriene de energie electrică cu tensiunea peste 1000 V.
14—1955.	Exploatarea şi întreţinerea reţelelor aeriene de energie electrică sub 1000 V.
15—1955.	Instalarea, manipularea şi întreţinerea echipamentului electric al ariilor de treer electrificate.
16—1953.	Repararea instalaţiilor hidrotehnice şi a turbinelor hidraulice.
17—1955.	Recepţia, păstrarea, manipularea, supravegherea, controlul şi tratarea uleiurilor de transformatoare.
18—1956.	Repararea turbinelor cu abur.
19—1956.	Repararea cazanelor cu abur.
20—1955.	Repararea generatoarelor şi compensatoarelor sincrone.
21—1953.	Gospodărirea, utilizarea combustibililor şi întreţinerea instalaţiilor respective.
22—1953.	Manipularea şi transportul transformatoarelor de putere.
23—1955	Repararea transformatoarelor de putere
24—1955.	Exploatarea şi întreţinerea motoarelor electrice.
25—1953.	Primirea, manipularea, depozitarea şi păstrarea echipamentului electromecanic.
26—1955.	Exploatarea şi repararea turnurilor de răcire din centralele electrice.
27—1955.	Exloatarea şi întreţinerea electro şi turbopompelor pentru apă şi combustibil.
28—1953.	Curăţirea pe cale chimică a condensatoarelor turbinelor cu abur.
29—1955.	Utilizarea aluminiului în instalaţiile electrice de curenţi tari.
30—1953.	Exploatarea, întreţinerea şi controlul aparatelor de măsurat termotehnice.
31—1953.	Exploatarea şi întreţinerea aparatelor electrice de măsură şi control.
32—1954.	Exploatarea şi întreţinerea utilajelor de construcţii de pe şantier.
33—1954.	Regulament pentru comanda prin dispecer în sistemele energetice.
34—1954.	Instrucţiuni de serviciu pentru inginerul de serviciu din centralele electrice.
35—1954.	Instrucţiuni de serviciu pentru şeful de echipă din secţia de combustibil a centralelor electrice.
36—1954.	Instrucţiuni de serviciu pentru mecanicul de tură de la instalaţia de pregătire a prafului de cărbune.
37—1954.	Supravegherea şi întreţinerea sistemului de colectare a curentului la maşinile electrice şi pentru alegerea periilor de cărbune.
38—1954.	Recepţia instalaţiilor de turbine cu abur.
39—1954.	Recepţia instalaţiilor de cazane cu abur.
40—1954.	Prevenirea avariilor, a deranjamentelor şi a pagubelor cauzate de îngheţ, de zăpadă, de viscol, de chiciură şi de inundaţii în instalaţiile energetice.
41—1954.	Instrucţiuni de serviciu pentru electricianul şef de tură din staţiile electrice.

Nr. şi anul	Denumirea
42—1954.	Incercările de recepţie ale maşinilor şi ale echipamentelor electrice după montarea lor la locul de utilizare.
43—1954.	Exploatarea şi întreţinerea izolaţiei termice în centralele electrice.
44—1954.	Instrucţiuni tehnice pentru recepţia instalaţiilor de răcire.
45—1954.	Instrucţiuni de serviciu pentru electricianul de la camera de comandă din centralele electrice.
46—1954.	Instrucţiuni pentru tratarea apei de alimentare a cazanelor cu abur, exploatarea instalaţiilor respective şi controlul chimic al ciclului apă-abur din centralele electrice.
47—1954.	Instrucţiuni tehnice pentru recepţia instalaţiilor de tratarea apei.
48—1954.	Instrucţiuni pentru montarea manşoanelor de înădire a cablurilor.
49—1954.	Instrucţiuni pentru prevenirea şi stingerea incendiilor în centralele şi staţiile electrice.
50—1954.	Instrucţiuni tehnice pentru recepţia instalaţiilor de motoare cu ardere internă.
51—1954.	Instrucţiuni pentru pregătirea şi organizarea reparaţiilor echipamentului energetic.
52—1954.	Instrucţiuni de serviciu pentru electricianul şef de tură din secţia electrică a centralelor electrice.
53—1954.	Instrucţiuni pentru verificarea la stabilitate termică şi electrodinamică a instalaţiilor din staţiile electrice.
54—1955.	Instrucţiuni de serviciu pentru şeful de tură din secţia de cazane a centralelor electrice.
55—1955.	Instrucţiuni de serviciu pentru mecanicul de cazane (fochistul) din centralele electrice.
56—1955.	Instrucţiuni de serviciu pentru şeful de tură din secţia de turbine a centralelor electrice.
57—1955.	Instrucţiuni pentru recepţia izolaţiei termice din centralele electrice.
58—1955.	Instrucţiuni pentru determinarea eficacităţii compensării puterii reactive.
59—1955.	Instrucţiuni pentru efectuarea încercărilor şi măsurătorilor preventive, care se execută asupra echipamentului electric în timpul exploatării şi cu ocazia reparaţiilor.
60—1955.	Instrucţiuni generale pentru recepţia şi predarea în exploatare a lucrărilor capitale.
61—1955	Instrucţiuni de serviciu pentru electricianul supraveghetor de linii cu tensiuni mai mari ca 1 000 V.
62—1955.	Instrucţiuni pentru folosirea tuburilor de carton bituminat fără înveliş metalic, în instalaţiile electrice.
63—1955	Instrucţiuni de serviciu pentru inginerul de serviciu din întreprinderile de electroreţele şi electrodistribuţie.
64—1955.	Instrucţiuni pentru înădirea prin sudură a cablurilor subterane armate cu conductori de aluminiu.
65—1955.	Instrucţiuni pentru exploatarea şi reparaţia instalaţiilor de protecţie prin relee.
67—1955.	Instrucţiuni pentru combaterea formării chiciurii pe conductorii liniilor aeriene prin încălzire în scurtcircuit.
68—1955.	Instrucţiuni pentru executarea manevrelor cu personal dublat în instalaţiile termotehnice din centralele electrice.
71—1956	Instrucţiuni pentru montarea manşoanelor de înădire şi a cutiilor terminale la cablurile subterane armate cu conductori de cupru şi tensiuni de la 1—15 kV.
72—1956	Instrucţiuni pentru exploatarea şi întreţinerea reţelelor de cabluri electrice subterane cu tensiuni peste 1 kV pînă la 35 kV inclusiv.
73—1956	Instrucţiuni pentru deservirea cazanelor care ard gaze naturale şi păcură.

Ing. Gh. I. M.

RECENZIE

MOSKOV M. A. Introducere în hidroenergetica sistemelor energetice Edit., Acad. de Stat a R.S.S. Gruzine, Tbilisi 1954.

In literatura sovietică de specialitate s-au publicat în ultimii ani o serie de articole, monografii ştiinţifice şi manuale didactice privind studiul amenajării şi exploatării resurselor hidroenergetice în modul cel mai raţional pentru economia planificată. Dezvoltarea excepţional de rapidă a sistemelor energetice, în special a celor cu preponderenţă hidroelectrică a pus în faţa cercetătorilor cerinţa revolvării urgente a problemelor legate de proiectarea sistemelor energetice. In prezent relaţia pentru lucrări se ocupă de caracteristicile de dezvoltare optimă a puterilor şi de mărirea siguranţei în funcţionarea centralelor hidroelectrice funcţionînd în sistem. Se ştie că numai în condiţiile funcţionării în sistem se pot obţine valori mari ale coeficienţilor de utilizare a lacului (85—94%) şi se asigură o funcţionare economică a centralelor termoelectrice care intră în componenţa sistemului.

Cartea lui M. A. Mostkov vine să completeze golul care a apărut în direcţia analizei tehnico-economice a sistemului energetic cu preponderenţă hidroelectrică.

Unele din problemele metodologice tratate fac parte din cercetările autorului şi n-au fost încă unic admise.

Totuşi dată fiind importanţa actuală a temelor tratate, publicarea mai timpurie a lucrării recenzate constituie un stimulent şi un ghid, deoarece se arată căile spre rezolvarea raţională a acestor probleme legate de sistem.

Trebuie remarcat faptul că autorul nu se ocupă de chestiunile legate de exploatarea sistemelor energetice, de însăşi construcţia şi proiectarea propriu zisă precum şi de partea electrică a sistemelor.

Amintim mai jos citeva din problemele mai importante analizate în lucrare.

După partea introductivă în care se definesc indicii criteriile şi problemele hidroenergeticei sistemelor, autorul stabileşte parametrii optimi a centralelor hidroelectrice funcţionînd izolat.

După aceasta trece la problema acoperirii curbelor de sarcină prin centrale hidroelectrice.

Un capitol important I ocupă studiul compensării care se clasifică după durată, analizîndu-se cu ajutorul unor categorii de consumatori, precum şi compensarea electrică. Tot aci se stabilesc criteriile rentabilităţii compensării. Un capitol al lucrării este consacrat parametrilor compensării lacului în cascada centralelor hidraulice, problemă care pretinde o rezolvare urgentă.

Un loc de asemenea important în lucrare îl ocupă problema rezervei de putere şi energie în caz de avarii.

Se dau în încheere o serie de recomandări în domeniul sistemelor atît pentru centrale hidroelectrice cît şi pentru agregate luate separat.

Cartea este la un înalt nivel ştiinţific şi se adresează atît cercetătorilor în domeniul hidroenergetic cît şi inginerilor proiectanţi.

Ing. M.P.

Termoenergetică

***** Centrala termoelectrică din Staurport** Engineering. 2,9 şi 16 Martie 1951 vol 171 pag. 241, 244, 273—275, 305—307, R.G. E 1/55.

Centrala termoelectrică din Staurport, situată pe rîul Severn a fost prevăzută ca să constituie două semicentrale simetrice de o putere unitară de 60 MW. La începutul anului 1951 jumătate din instalaţie era în funcţie şi descrierea sa face obiectul articolului. Ea constă dintr-un cazan cu un debit de 238 t/h abur de 190 kg/cm² şi 524°C, un grup turbogenerator la 3 000 rot/min cu o putere de 55,5 MW răcit cu hidrogen şi un transformator trifazat de 11/66 kV de 75 MVA. Combustibilul este adus cu benzi la regim de 120 t/h la patru mori de cărbune deservind fiecare două injectoare cu mai multe ajutaje, două injectoare cu păcură aşezate dedesubt sînt folosite la pornire. Gazele de ardere trec prin economizor într-un filtru electrostatic care funcţionează la tensiunea de 45—50 kV. Apa de alimentare este preîncălzită în mai multe trepte şi degazată de oxigen cu mare grijă ajungînd însă la cazan cu o temperatură de numai 127°C. Turbina grupului este constituită din 3 corpuri cu o putere de 60 MW. Cele trei corpuri ale turbinei sînt aşezate pe paliere separate şi sînt legate prin acuplaje elastice.

Reglajul acţionează asupra intrării aburului viu şi vidului din condensator. Presiunea hidrogenului de răcire este variabilă cu sarcina şi oscilează între 0,035 kg/cm² şi 1 kg/cm². Umplerea cu hidrogen se face după o spălare cu anhidridă carbonică pentru a se elimina aerul. Detalii importante sînt date în articol referitoare la uleiul de ungerea lagărelor şi a hidrogenului de răcire. Aparatajul de 66 kV este de tip interior şi ocupă o construcţie cu 7 etaje lipită de sala maşinilor, barele principale ocupînd două etaje. Cei şase întreruptori monofazaţi cuplaţi mecanic în grupuri de cîte trei sînt acţionaţi cu aer comprimat.

Intreruptorii sînt prevăzuţi pentru un curent nominal de 800 A şi o putere de rupere de 1500 MVA. Seaparatorii sînt de tipul tripolar rotativ. E 41

n.p.

PFENNINGER H. : Utilizarea turbinelor cu gaze pentru producerea energiei electrice, E. T. Z. 21 martie 1954, vol. 6, pag. 61—66.

După ce arată progresele realizate în construcţia maşinilor termice în decurs de 50 ani autorul expune stadiul actual al tehnicii turbinelor cu gaze şi condiţiile lor de exploatare. Se dau rezultate din exploatare obţinute în următoarele instalaţii : turbina cu gaz de 4 000 kW pentru centrala de intervenţie Neuchatel (Elveţia) turbina cu gaze de 10 000 kW din uzina Filaret (Bucureşti) turbinele cu gaze de 1 650 kW de la fabrica de ciment Pertigalete (Venezuela) ; turbina cu gaze de 5 400 kW din oţelăriile Burbach — Esch — Düdelingen (Luxemburg) ; turbinele cu gaze de 13 000 kW şi 27 000 kW din centrala Beznau (Elveţia). E 42

n.p.

PETER T. SULZER : Produse de adaos în combustibil pentru evitarea depunerii cenuşii în turbinele cu gaze Schweizerische Bauzeitung, 13 februarie 1954 vol. 72, pag. 79—82.

Incercări sistematice au fost executate pentru a studia gradul de îmbîcsire în turbinele cu gaze funcţionînd cu diferiţi combustibili. S-a putut stabili o relaţie care permite să se calculeze cantitatea de cenuşe depusă în funcţie de presiunea de funcţionare de excesul de aer, de timp, de conţinutul în cenuşe al combustibilului şi de temperatură ; această formulă este valabilă pentru temperaturile cuprinse între 400°C şi 750°C. S-au cercetat în cele din urmă dacă oarecare produse de amestecuri de combustibil pot să evite îmbîcsirea şi coroziunea paletelor turbinelor. Cele mai bune rezultate au fost obţinute cu caolinuri (argile) care conţin puţin fier şi corpuri alcaline, caolinurile (argilele) trebuie să aibă o granulometrie oarecare şi praful astfel obţinut să fie amestecat în combustibil unde rămîne în suspensie. Acest procedeu a fost încercat pe o instalaţie de turbine cu gaze la Weinfelden şi a dat rezultate mulţumitoare. Cheltuielile care rezultă prin întrebuinţarea acestor produse de adaos reprezintă 3—5% din cheltuielile pentru combustibil. 43

n.p.

KOCSANY L. VIGYAZO G. : Metode noi pentru desprăfuire cu randament ridicat Energie Technik, nr. 6 iunie 1955, pag. 257—260, după Magyar Energiagazdasag, nr. 10/1954.

In numeroase instalaţii sînt necesare filtre care să asigure reţinerea de 100% a particolelor pînă la 0,3 μ. Aceasta în special la curăţirea gazelor conţinînd resturi radioactive, în domeniul turbinelor cu gaze sau la centralele termoelectrice unde gazele arse servesc la prepararea apei.

In afară de filtre cu saci şi electrofiltre folosite pînă acum, autorii arată că utilizează astăzi aparate bazate pe ultra sunet avînd randament 96% însă cu efect neplăcut pentru personalul de exploatare. De asemenea s-au extins în ultimul timp, filtrele mecanice cu curăţire umedă. Dintre tipurile construite se menţionează filtrul în formă de tub Venturi, cu injecţie de apă, cu secţiunea minimă, ceea ce conduce la aglomerarea prafului şi reţinerea lui într-un ciclon. Cenuşa umezită este evacuată pe cale hidraulică.

O altă construcţie de acest gen, se compune dintr-o cameră de echilibru amonte de tubul Venturi, în care are loc umezirea gazelor iar după tubul Venturi, unde are loc amestecul la o viteză de 70—100 m/s, se găseşte camera de depunere unde în urma compresiunii se formează în gaze nuclee de condensare în jurul cărora se aglomerează praful. Aceste aparate obţin un randament de 92—95%, chiar pentru prafuri foarte fine, au însă consum mare de apă şi rezistenţă la scurgere 200—400 mm coloană de apă.

In alte construcţii similare, tubul Venturi este construit într-o secţiune dreptunghiulară prin introducerea unor profile aerodinamice prin interiorul cărora este pompată sub presiune apa de injecţie. In această construcţie menţionată, vitezele în tubul Venturi sînt de 30—40 m/s, iar rezistenţa de 60—90 mm coloană de apă.

Un alt patent prevede introducerea unui separator uscat pentru reţinerea particolelor mari, după care gazele sînt umezite chiar prin injecţie de apă în ventilatorul de tiraj, urmînd un ciclon pentru gaze umede. Rezultatele instalaţiei sînt foarte bune dar implică o solicitare şi uzură serioasă a ventilatorului. Se mai citează în această privinţă umidificatorul de gaze cu abur într-un dublu ejector. Prima treaptă a ejectorului absoarbe gazele iar în secţiunea minimă a celui de al doilea, se injectează apa. In difuzorul treptei a doua are loc condensarea aburului şi aglomerarea prafului.

După această trecere în revistă a procedeelor, autorii expun două construcţii experimentate personal şi anume : o instalaţie cu umezire a gazelor prin injecţie axială de apă şi tub Venturi, realizînd o bună curăţire la un debit de aer de 5000 m³/h, din care se reţin 6 t/h cenuşe însă cu o cădere de presiune neeconomică de 300—400 mm coloană de apă. Prin reconstruirea instalaţiei de mai sus, s-a realizat un al doilea aparat în care s-a dat aerului o mişcare helicoidală în care se injectează pe direcţia axială apă. Amestecul de apă şi gaze se obţine suficient de omogen, praful aglomerat fiind depus datorită forţei centrifuge pe pereţii. Instalaţia realizează un randament mai mic decît tuburile Venturi, dar care depăşeşte totuşi 90%. Rezistenţa aerodinamică este de 30—40 mm colcană de apă. După mai multe luni de experimentare aparatul ar fi prezentat o uzură redusă. E 44

c.m.

OTTE W : Tendinţa de dezvoltare în construcţia turnurilor de răcire Entwicklungstendenzen im Kühlturmbau, B.W.K., vol. 6, septembrie 1954, pag. 337—344.

Autorul subliniază importanţa turnurilor de răcire, deoarece în condiţiile preţurilor din regiunea Ruhr la utilizarea cărbunelui brun este raţional a se instala centrala electrică chiar la gura minei, pentru a evita transportul de cărbune, care chiar la distanţe de 8—10 km. devine nerentabil.

Aceeaşi situaţie se repetă şi în cazul folosirii huilei cu conţinut mare de cenuşă (30%).

La turnurile de răcire cu răcire puternică (turnuri cu tiraj forţat), se poate atinge o temperatură limitată pentru apa rece cu 5°C mai ridicată decît temperatura termometrului umed. In condiţiile climatice medii din Germania (temperatura 15°C, umiditate 70%, termometru umed 12°C), temperatura apei mai poate atinge 17°C, corespunzător unui vid la condensator de 0,0485 ata. Incercări recente cu turnuri cu tiraj forţat au arătat, că se pot obţine performanţe şi mai bune decît cele indicate.

Autorul studiază comparativ condiţiile de răcire ale turnurilor cu picurare şi ale turnurilor cu prelingere, indicînd superioritatea acestora din urmă. Ca suprafaţă de prelingere, în afara lemnului utilizat curent, şi a tablei de oţel grosime 1—2 mm, care este însă neeconomică, se indică posibilitatea utilizării cu bun rezultat al plăcilor de azbociment de grosime de 5—6 mm.

Articolul descrie în continuare caracteristicile constructive ale turnurilor clasice cu şicane, care atinge debite de 16 000 t/h, cu înălţimea conului de 75 m şi densitate a ploii de 7,3 m^3/m^2h. Faţă de aceasta sînt arătate avantajele şi dezavantajele turnurilor cu tiraj forţat.

Avantaje: 1) folosirea unei densităţi mai mare de ploaie; 2) coborîrea temperaturii apei reci de la 27°... 17 °C; 3) menţinerea constantă a temperaturii apei în timpul iernii cînd în anumite perioade ventilatorul poate fi oprit.

Dezavantaje: 1) costul suplimentar pentru ventilator, reducătorul de turaţie şi motor; 2) consumul suplimentar de energie al ventilatorului.

In continuare sînt analizate problemele constructive ale diferitelor tipuri de turnuri. Circulaţia neomogenă a aerului în turnurile cu tiraj natural, conduce la diferenţe de temperatură pînă la 6° între apa rece la centru şi la margine. Intrarea aerului de-a lungul periferiei, pe direcţia transversală direcţiei de picurare, conduce de asemenea la greutăţi în privinţa repartizării aerului şi a pericolului de îngheţ pe timpul iernii.

In comparaţie se arată că la turnurile cu tiraj forţat cu plăci, circulaţia aerului are loc exclusiv în contracurent, înalţimea de picurare se poate reduce la 5 m; pericolul de îngheţ este micşorat, iar rezistenţa de trecere a aerului este redusă chiar pentru viteze mari 5 m/s.

La turnurile cu tiraj forţat, tirajul poate fi asigurat prin presiuni sau prin depresiune. Din analiza celor două procedee se conchide că cele mai raţionale sînt turnurile cu tiraj prin depresiune.

In ceea ce priveşte repartizarea picăturilor de apă în turn, faţă de sistemul clasic de ajutaje şi farfurioare dispuse pe partea superioară a şicanelor, se indică un dispozitiv nou de ajutaje cu farfurioare suspendate de ajutaje, confecţionate din material plastic şi de o formă care reduce pierderile de energie prin ciocnirea vînei de apă pe farfurie. Mărimea picturilor poate fi de asemenea dimensionată astfel încît să nu fie antrenate de curentul ascendent din aer. La o viteză de 35 m/s în coşul turnului, la turnurile cu tiraj forţat, picăturile pot avea un diametru de 2—2,5 mm. Acest sistem raţional de împrăştiere, elimină necesitatea instalării deasupra turnului cu tiraj forţat a separatoarelor pentru picături de apă, care măresc rezistenţa de trecere a aerului. E 45

c.m.

Electroenergetică

STEFANO BADONI: Cîteva diagrame circulare referitoare la liniile de transport de energie electrică, Energia elettrica, aprilie 1954 vol. 31, pag. 255—274.

Se arată patru tipuri de diagrame: 1° diagrama tensiune putere; 2° diagrama variaţiilor puterii active; 3° diagrama variaţiilor puterii reactive; 4° diagrama randamentelor.

Autorul arată construirea diagramelor şi discută folosirea lor. Pentru a se obţine diagrame universale este indicat să se introducă în construcţia lor în locul valorilor absolute mărimi interesante prin valorile lor relative ca de exemplu: raportul tensiunilor la cele două extremităţi ale liniei iar pentru puteri (active şi reactive) valorile relative raportate la puterea caracteristică a secţiunii liniei considerate (secţiune cuprinsă între două posturi de transformare).

Se dau apoi cîteva exemple practice de aplicarea diagramelor. E 46

n.p.

*** * Cercetări şi încercări referitoare la construirea primului cablu trifazat de 230 kV, izolat cu ulei sub presiune aşezat în S.U.A.,** Electr. Engin., iulie 1954, vol. 73 pag. 681—682.

Incercările de fabricare întreprinse de Okonite Company au condus la lungimi de 150 m posedînd două caracteristici diferite de izolaţie (încercările de străpungerea izolaţiei prin impulsuri cu un gradient de tensiune de 3 000 V/0,025 grosime de izolaţie în hîrtie, măsura pierderilor dielectrice, încercări de cutii de joncţiune etc.) Deoarece nu se dispunea de tensiuni mai mari de 385 kV măsurătorile de pierderi dielectrice au fost prelungite timp de 15 ore. Prototipurile dînd satisfacţie, s-a dat o comandă pentru un cablu de 7 km lungime în lungimi de cîte 450 m. Presiunea maximă de ulei va fi de 19,2 kg/cm^2, învelişurile fiind calculate pentru presiunea de 35 kg/cm^2, acestea fiind conducte de oţel de 219 mm diametru exterior şi 6,35 mm grosime sudate electric în lungimi de 14,6 m, luîndu-se precauţiuni speciale pentru a nu suferi cablurile electrice în timpul sudurii. E 47

n.p.

BALENTINE C. I. şi RIETZ E. B.: Intreruptor rapid în cuvă de oţel pentru 330 kV cu o putere de rupere de 15 000 MVA, Electr. Engin., mai 1954, vol. 73, pag. 430.

Acest intreruptor construit pentru tensiunea de 330 kV şi un curent nominal de 1 600 A are o putere de rupere de 15 000 MVA, durata de rupere este de 3 perioade şi durata de reanclanşare este de 20 perioade, fiecare fază este acţionată prin mecanismul său propriu; s-a dat cuvei din oţel o formă de lentilă pentru a se reduce la minimum volumul de ulei şi pentru a i se da o rezistenţă mecanică maximă. Cele trei elemente de rupere şi contactele fiecărei faze sînt legate printr-o tijă izolantă cu rezistenţe de amortizare şi piston auxiliar de ulei; acesta din urmă este prevăzut pentru a uşura ruperea curenţilor mici cu caracter inductiv sau capacitiv. E 48

n.p.

ESCLANGON I. F.: Un nou regulator electric de viteză pentru reglajul frecvenţei şi puterii în reţelele interconectate, E.T.Z., 11 august 1954, vol. 75, pag. 526—528.

Acest aparat comportă un dispozitiv de măsura frecvenţei constituit dintr-o punte la rezonanţă al cărui galvanometru este un electrodinamometru care comandă mecanic un condensator variabil diferenţial alimentat de o sursă la 500Hz. Dacă puntea este desechilibrată poziţia condensatorului variază şi circulă un curent între armăturile fixe ale condensatorului; acest curent după ce este redresat se amplifică şi comandă servomotorul regulatorului de viteză al turbinei. Un wattmetru montat pe generator alimentează un sistem similar care în caz de variaţia puterii acţionează de asemenea asupra regulatorului turbinei. Funcţionarea acestui dispozitiv este explicată în detaliu şi autorul arată că rezultatele obţinute sînt superioare acelora date de regulatorii cu servomotor cu ulei. E 49

n.p.

HODGES M. E. şi KOSS N. A.: Releu electronic de protecţie pentru declanşare într-o perioadă, Electr. Engin. mai 1954, vol. 73 pag. 457—460.

Acest releu este în funcţiune pe o linie de 132 kV de 69 km lungime şi declanşează într-un timp cuprins între o jumătate de perioadă şi 15/16 dintr-o perioadă, este tot aşa de sensibil ca şi dispozitivele electromecanice şi funcţionează în toate împrejurările.

Autorii descriu acest releu şi condiţiile lui de funcţionare.

E 50

n.p.

RAKUSEV F. N.: Caracteristicile electrice ale unei linii de transport de energie electrică la tensiunea de 400 kV cu faze scindate. Electricestvo, nr. 1/1955, pag. 13—20.

Autorul arată în introducere că pentru a se reduce inductanţa unei linii lungi de transport se folosesc două metode: *a*) conectarea în linie a condensatoarelor în serie; *b*) scindarea fazelor, cea de a doua metodă prezentînd avantajul că nu necesită condensatoare constisitoare greu de procurat.

În articol se examinează variația caracteristicilor liniilor de 400 kV prin scindarea fazelor. Se arată variația puterii relative transportate în funcție de unghiul de decalaj al tensiunilor de la plecare și sosire de lungimea de undă și de lungimea de transport a liniei în km. Folosindu-se relațiile clasice se calculează reactanța inductivă a liniei pentru cazul scindării în 6—8 conductori. Se arată apoi că puterea naturală ce poate fi transportată crește de 2,15 ori prin această metodă. Examinîndu-se dezavantajele acestei scindări (efect corona, greutățile constructive, posibilitățile ruperii, mărirea săgeții etc, se recomandă a se folosi scindarea liniei în 3—4 conductoare. Se examinează variația reactanței specifice a liniei de 400 kV în două alternative de așezare a conductoarelor pentru scindare cu trei și cu patru conductoare unde se indică drept valori minime $x = 0{,}166\ \Omega/km$ pentru scindarea în trei conductoare și $x = 0{,}150\ \Omega/km$ pentru scindarea în patru conductoare, ceea ce corespunde la o putere naturală de 1 000—1 100 MW pe circuit.

În încheiere se examinează posibilitățile de transport pentru o linie de 400 kV între Kuibîșev — Moscova pentru scindarea fazelor în patru conductoare.

În concluzie se arată condițiile ce trebuie îndeplinite de sistem pentru a fi posibilă scindarea fazelor și se recomandă analizarea pe instalații experimentale a aspectelor scindării conductoarelor înainte de a fi generalizată. E 51

n.p.

Hidroenergetică

USPENSKI B. S.: Centrala hidroelectrică de pe rîul Kama, Electricestvo, nr. 1/1955, pag. 3 — 13

Autorul descrie în articol centrala hidroelectrică de pe rîul Kama. Se arată în introducere că prin construirea centralei se rezolvă două probleme:

a) îmbunătățirea alimentării cu energie electrică a consumatorilor din Ural;

b) îmbunătățirea navigației pe rîul Kama și pe afluenții săi în amonte de barajul hidrocentralei. Centrala are un lac ce se întinde pe o suprafață de 200 000 ha creînd o presiune de 20 m. Condițiile geologice au fost grele. Barajul s-a executat prin aluviuni din pămînt nisip și pietriș fără ecran de argilă. Ecluza s-a proiectat cu două căi cu mai multe trepte pe fiecare cale. Rîul servește și pentru transportarea lemnelor. În centrală sînt instalate 24 grupuri de tipul PL-510 cu presiunea de calcul de 14 m și presiunea maximă de 21 m, cu palete reglabile.

Generatoarele electrice debitează la tensiunea de 10,5 kV ± 5%. Generatoarele electrice sînt grupate în grupuri de cîte 6 și cuplate bloc pe cîte un transformator de 110 sau 220 kV.

În rețeaua de 220 kV se debitează circa 60% din energia produsă, restul de 40% se debitează în rețeaua de 110 kV. Din aceste motive două grupe de generatoare debitează în sistemul de 220 kV și două grupe în sistemul de 110 kV.

Serviciile interne sînt alimentate direct de la tensiunea de 10,5 kV .Stația de înaltă tensiune este echipată cu întrerupătoare MGG. S-au folosit ieșirile longitudinale din stațiile de 110 și 220 kV, ceea ce se a permis să se reducă lungimea deschiderilor și să se micșoreze înălțimea cutiilor terminale reducîndu-se astfel cheltuielile de investiții. În articol se redau schema electrică de principiu a centralei precum și schița stației de 220 kV de tip exterior. E 52

VINCENZO RUBBO: Metode aerodinamice aplicate la studiul proiectelor turbinelor Kaplan, Elettrotehnica, iunie 1954, vol. 41, pag. 294—303.

Analogia între metodele folosibile în aerodinamică și în hidraulică pentru cercetarea profilelor optime și cu atît mai mult că în cazul turbinelor hidraulice, vitezele de rotație vor fi mai mari. Aplicînd aceste metode turbinei Kaplan și distribuitorului său (care determină în amonte de turbină o componență turbionară și transformă deja sensibil energia statică în energia cinetică) se pot calcula turbine Kaplan capabile să funcționeze sub căderi care să atingă pînă la 60 m înălțime.

Calculul dimensiunilor principale rămîne bazat pe rezultatele deja obținute, cu modelele în funcțiune sau cu modele reduse bine executate, după ce însă s-au determinat dimensiunile generale ale turbinei , forma profilelor elementelor turbinei necesitînd un studiu mai aprofundat. Autorul ia ca tip o turbină Kaplan cu predistribuitor cu patete fixe cu profil de rezistență minimă și în număr jumătate din numărul paletelor distribuitorului care sînt de profil aerodinamic și orientabile. Calculul se extinde apoi la rotor și la difuzor, considerîndu-se rotorul nu numai ca o serie de canale ci ca un complex de profile de aripă scăldate de un curent de fluid.

E 53 n.p.

CUÉNOD M. TERRISSE A.: Reglajul centralelor hidroelectrice dispuse în casecadă. Schweizerische Bauzeitung, 31 iulie 1954 pag. 445—451.

Autorii studiază funcționarea a două uzine hidroelectrice dispuse în cascadă după cum urmează: uzina din amonte este alimentată dintr-un bazin de acumulare care are un volum de retenție important și deversează apa într-un bazin de compensație de volum mic. Acesta primește eventual aportul apelor unui bazin intermediar și alimentează uzina hidroelectrică din aval. Uzina din amonte este o instalație pilot și uzina din aval reglează nivelul apei în bazinul de compensație. Sînt arătate două posibilități de reglaj pentru puterea furnizată: reglajul manual și reglajul automat. Autorii studiază principiul reglajului în următoarele trei cazuri:

— uzina fără castel de echilibru, uzina cu castel de echilibru și bazin de compensare în amonte și uzină cu castel de echilibru și bazin de compensație în aval. Se expun condițiile de stabilitate în cele trei cazuri și se descrie dispozitivul de reglaj la nivel constant al uzinei Gondo și încercările de control experimental al funcționării reglajului cu nivel constant. Se dă în anexă un exemplu de calcul al condițiilor de stabilitate și al calculului variației nivelului apei în bazinul de compensație în funcție de variația valorii consemnului acestui nivel. E 54

n.p.

STEIN T.: Regulatorul de turbină hidraulică cu element de reglaj proporțional, integrator și diferențial Schweizerische Bauzeitung, 13—20 martie 1954 vol. 72, pag. 137—141 și 151—154.

După ce s-a stabilit ecuația de reglaj a unui astfel de regulator, autorul studiază condițiile de folosire în cazul turbinei hidraulice și acela al altor reglaje industriale.

Se determină constantele regulatorului se compară constantele regulatorului și se compară condițiile de funcționare a acestuia din urmă cu acelea ale unui regulator prevăzut numai cu elemente de reglaj proporțional și integrator. Această comparație scoate în evidență avantajul adăugării elementului diferențial. E 55

n.p.

Şedinţa de lucru a Biroului Consiliului Central A.S.I.T. cu preşedinţii şi secretarii filialelor

In zilele de 3 şi 4 martie a.c. a avut loc şedinţa de lucru a Biroului Consiliului Central A.S.I.T. cu preşedinţii şi secretarii filialelor A.S.I.T. din ţară.

Din partea Consiliului Central A.S.I.T. au participat tovarăşii N. Popescu-Doreanu, prof. ing. T. Tănăsescu ing. Al. Priadcenco, vice-preşedinţi ai Asociaţiei, prof. ing. M. Bereovici, prof. ing. R. Rădulet, ing. I. Grosu, membri în Biroul Consiliului, ing. O. Rusu, prim-secretar, prof. M. Manoliu şi ing. C. Negoiţă, secretari ai Asociaţiei.

In cadrul şedinţei a fost analizată activitatea depusă de filiale în anul 1955, s-au stabilit sarcinile ce le revin pentru înfăptuirea hotărîrilor celui de al II-lea Congres al Partidului Muncitoresc Romîn, s-a expus proiectul de desfăşurare a adunărilor generale a cercurilorA.S.I.T. şi conferinţelor filialelor şi subfilialelor.

Tov. ing. Oliviu Rusu, prim-secretar al Consiliului Central A.S.I.T prezentînd Darea de Seamă asupra activităţii Comitetelor de filială pe anul 1955 şi a planului de muncă pe anul 1956, a arătat că în anul 1955, planurile de muncă ale Comitetelor de filială au fost astfel orientate încît să contribuie la ridicarea productivităţii muncii, la scăderea preţului de cost şi la îmbunătăţirea calităţii produselor, prin folosirea largă a tehnicii noi şi a resurselor interne ale producţiei.

O preocupare de căpetenie în cadrul activităţii filialelor a constituit-o introducerea metodelor noi de muncă, menite să ducă la o creştere a nivelului tehnic al producţiei.

Pe lîngă promovarea metodelor înaintate, comitetele secţiilor de specialitate ale unor filiale au dat un ajutor concret întreprinderilor în scopul mai bunei organizări a producţiei. Astfel, filiala Bucureşti, secţia Construcţii, a sprijinit întreprinderea de prefabricate „Progresul" să aplice o serie de măsuri tehnico-organizatorice, care au dus la depăşirea planului de producţie; la filiala Constanţa au fost urmărite probleme complexe ale organizării producţiei, în cîteva întreprinderi de construcţii navale, ciment, etc.

O serie de rezultate importante în perfecţionarea producţiei în întreprinderile metalurgice au fost obţinute de filiala Stalin: peste 60 ingineri şi tehnicieni cu experienţă în producţie, constituiţi în colective de specialitate, au studiat posibilităţile aplicării tehnicii noi, a metodelor înaintate de muncă şi a organizării producţiei principalelor întreprinderi din regiune.

O activitate pozitivă în sprijinirea proceselor de producţie din întreprinderi poate fi întîlnită şi la filialele Timişoara Iaşi şi Cluj.

In activitatea tehnico-ştiinţifică a filialelor au fost întîlnite însă şi unele lipsuri. Astfel, la unele filiale nu s-a acordat atenţia cuvenită activităţii unor secţii ca Industria chimică şi Industria petroliferă, menite să se dezvolte considerabil în cadrul actualului cincinal; alte filiale au neglijat faptul că productivitatea muncii trebuie obţinută în primul rînd pe calea folosirii mai bune a tehnicii existente; de asemenea, majoritatea temelor privind aspectele economice ale producţiei, prevăzute în planurile de muncă ale secţiilor de specialitate de la filiale, în special problemele reducerii preţului de cost, au fost tratate insuficient.

In general cu toate aceste lipsuri, activitatea tehnico-ştiinţifică a filialelor a crescut simţitor în cursul anului 1955. Prin cele 629 studii întocmite, 264 consfătuirii şi 329 schimburi de experienţă organizate, secţiile de specialitate ale filialelor au adus o contribuţie dintre cele mai valoroase la realizarea obiectivelor Asociaţiei.

In cursul anului 1955, filialele A.S.I.T. au desfăşurat o muncă susţinută pentru completarea cunoştinţelor tehnico-ştiinţifice a membrilor Asociaţiei, pentru informarea şi documentarea lor asupra realizărilor tehnicii moderne şi experienţei înaintate.

Ca şi în trecut, calea principală folosită în această direcţie, au fost conferinţele. Este de relevat că metodele de expunere s-au îmbunătăţit, iar majoritatea conferinţelor au fost ilustrate cu proiecţii. filme, diafilme, exponate şi alt material tehnic.

Pentru întărirea în viitor a acestei activităţi, este indicat să fie organizate cicluri de referate pentru inginerii din toate ramurile, pe specialităţi, pregătite din timp în cele mai bune condiţii şi să fie dezvoltată activitatea secţiilor de documentare din cadrul filialelor.

Pentru realizarea cît mai deplină a obiectivelor Asociaţiei, în activitatea filialelor s-a mers pe linia întăririi rolului secţiilor de specialitate. In prezent, în cadrul celor 19 filiale, activează un număr de 184 secţii de specialitate.

Un factor care a influenţat pozitiv activitatea filialelor l-a constituit întărirea legăturilor de colaborare cu Sindicatele. Această colaborare a fost întîlnită în numeroase acţiuni comune, soldate cu cele mai bune rezultate.

Trebuie relevată de asemenea, atenţia sporită care a fost acordată de către Comitetele de filială în anul 1955, activităţii cercurilor A.S.I.T. — veriga de bază a Asociaţiei.

In linii generale, se poate constata că în cursul ultimului an, activitatea filialelor A.S.I.T. s-a dezvoltat şi îmbunătăţit simţitor.

Planurile de activitate ale filialelor, pe anul 1956 — în ansamblul lor se întemeiază pe rezoluţia Congresului al II-lea P.M.R. precum şi pe Hotărîrea Consiliului Central A.S.I.T. din 5 februarie a. c.

Pentru atingerea măreţelor obiective care stau în faţa inginerilor şi tehnicienilor din patria noastră, planurile de muncă întocmite de filiale şi secţii prevăd o serie de probleme de mare însemnătate pentru introducerea tehnicii noi, extinderea experienţei înaintate în producţie, îmbunătăţirea condiţiilor de muncă în industrie şi în agricultură, ridicarea necontenită a nivelului tehnic al membrilor Asociaţiei etc.,

Astfel, este prevăzută studierea şi dezbaterea în diferite forme a unor metode tehnice noi şi aplicarea lor pentru ridicarea productivităţii muncii în diferite ramuri de activitate.

Asupra dării de seamă s-a purtat o serie de discuţii la care au luat cuvîntul tovarăşii: V. Rosin (filiala Constanţa), prof. Macarovici (filiala Cluj), ing. Filipovici (filiala Oraşul Stalin), prof. Avram (filiala Timişoara), ing. Gribincea (subfiliala Brad), ing. Constantineseu (filiala Hunedoara), ing. Almăjanu (filiala Valea Jiului), ing. Hass (filiala Bacău), ing. Foteseu (filiala Ploeşti), Emilian Dragnea (filiala Bucureşti), ing. Curievici (filiala Iaşi), ing. Horovitz (filiala Timişoara), ing. Bulinaru (filiala Galaţi), ing. Seznte (filiala Reg. Autonomă Maghiară), Andronic (filiala Piteşti,) ing. Kun (secţia de specialitate Industria Uşoară).

Din discuţiile purtate a reieşit că în cursul anului trecut s-a îmbunătăţit îndeosebi activitatea acelor filiale care au fost sprijinite, îndrumate şi controlate de către organizaţiile regionale de partid. O fructuoasă colaborare a fost realizată între Consiliile Sindicale Regionale şi filialele A.S.I.T., mai ales în cadrul Concursului de Inovaţii pe ţară, încheiat la 7 noiembrie 1955.

Problema documentării tehnice a reducerii consumurilor specifice de energie şi combustibil, a organizării ştiinţifice a proceselor de producţie, a colaborării la publicaţiile Asociaţiei, a ridicării cadrelor de tehnicieni din industrie şi agricultură şi altele, au fost pe larg dezbătute.

Prezentînd proiectul de desfăşurare a Adunărilor generale ale cercurilor A.S.I.T. şi conferinţelor filialelor şi subfilialelor Tov. Ing. C. Negoiţă, — secretar al Consiliului Central

A.S.I.T. — a arătat că pentru îndeplinirea importantelor obiective economice ale celui de al doilea plan cincinal, — prin ridicarea nivelului tehnic în toate ramurile economiei naționale și creșterea considerabilă a productivității muncii — inginerii și tehnicienii trebuie să fie în primele rînduri în activitatea vie de aplicare în practică a hotărîrilor celui de al II-lea Congres P.M.R.

În vederea stabilirii rolului inginerilor și tehnicienilor în introducerea tehnicii noi și organizarea superioară a producției, Consiliul Central A.S.I.T. a hotărît ținerea Congresului Asociației, în acest an.

Pentru dezbaterea largă a sarcinilor Asociației, mobilizarea membrilor Asociației în scopul îndeplinirii Hotărîrilor Congresului al II-lea al P.M.R., este necesară organizarea în scurt timp a Adunărilor generale ale cercurilor A.S.I.T. și filialelor, care vor avea o deosebită importanță atît pentru viața Asociației, cît și pentru pregătirea Congresului A.S.I.T. Adunările generale și conferințele vor trebui să reprezinte în cea mai mare măsură, opinia și atitudinea membrilor Asociației față de problemele introducerii tehnicii noi și a organizării superioare a producției. Adunările generale și conferințele trebuie să exprime convingerea sinceră și fermă a Asociației și membrilor ei în problemele perfecționării producției în industrie și agricultură; de aceea, este necesar ca în cadrul dezbaterilor să fie scoase la iveală cu toată hotărîrea lipsurile, practicile învechite, rutina care frînează dezvoltarea producției și trebuie propuse măsuri ferme și îndrăznețe pentru lichidarea lor. Conținutul materialelor puse în dezbatere, dezbaterile însuși, nu trebuie să se limiteze la problemele stricte ale Asociației, ci să îmbrățișeze întreaga activitate a inginerilor și tehnicienilor pe linia îndeplinirii obiectivelor celui de al doilea cincinal.

Deosebit de important este pregătirea Adunărilor generale și a conferințelor la care trebuie atrase colectivele de ingineri și tehnicieni care prin activitatea lor au dovedit devotament și competență în rezolvarea problemelor tehnico-științifice ale producției. Pregătirea se va face pe baza unui plan cu sarcini și răspunderi bine precizate, care va fi înaintate spre aprobare Comitetului regional de partid pentru a lua măsurile corespunzătoare. Totodată, planul va fi înaintat și Consiliului Central A.S.I.T. pentru a fi cunoscut și sprijinit de membrii Consiliului și de instructori.

În întreagă această acțiune, filialele și cercurile vor trebui să realizeze o strînsă colaborare cu organele Sindicale și Adimnistrative.

Încheind lucrările ședinței de lucru cu președinții și secretarii filialelor A.S.I.T., tov. vice-președinte N. Popescu-Doreanu a relevat că din dezbaterile ce au avut loc a rezultat o serie de preocupări generale și în primul rînd aceea de a se ridica autoritatea Asociației, care trebuie să devină cea mai înaltă competență tehnică a țării, pentru progresul tehnicii și al economiei noastre naționale.

Prin caracterul ei de Asociație voluntară, înglobînd inginerii și tehnicienii de toate specialitățile industriale și agricole, Asociația capătă o importanță deosebită prin aceea că ea poate pe baza competenței sale și preocupată numai de progresul tehnicii, să ridice documentat, cu fermitate, în fața organelor de stat, de partid și Sindicale, pe toate treptele, problemele cele mai însemnate ale dezvoltării economiei, să seziseze toate neajunsurile din orice domeniu al economiei și să propună soluțiile cele mai potrivite.

Competența și fermitatea de pe pozițiile înaintate ale tehnicii, trebuie să însemne fiecare adunare generală de cerc, fiecare conferință de filială, Congresul A.S.I.T.

Országos Mézeskalács Könyvtár TULAJDONA

I 13

ANUNȚ

In curînd reapare Revista "Hidrotehnica„, *organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. (A.S.I.T.), cu periodicitate trimestrială, număr pagini 64.*

Abonamentele se pot face la toate filialele, subfilialele și cercurile A.S.I.T. din întreaga țară sau la sediul Consiliului Central A.S.I.T. — București Calea Victoriei Nr. 118, Etajul I, Telefon 4.06.24.

Prețul unui abonament :

— Lei 96 anual pentru întreprinderi și instituții și

— Lei 30 anual pentru ingineri și tehnicieni.

E 2039
R
KAT

ENERGETICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

5

REVISTA ENERGETICA
1956

SUMAR

Pag.

*** : 1 Mai 1956 213

Badea I.: Considerații tehnico-economice asupra introducerii automatizării în instalațiile termice ale centralelor termoelectrice. . . . 215

Călin S: Automatizarea proceselor de producție în energetică 219

Huhulea I.: Reanclanșarea automată a liniilor electrice principale care alimentează motoarele pompelor de adîncime 226

Pavel D.: Unități de putere mare în transformatoarele hidroenergetice. 233

Manolescu Gh.: Nomograma pentru transformarea numerelor complexe din forma algebrică sub forma exponențială și invers . . . 238

IN AJUTORUL CELOR CE STUDIAZĂ ȘI APLICĂ PRESCRIPȚIILE DE EXPLOATARE TEHNICĂ A CENTRALELOR ȘI REȚELELOR ELECTRICE

Manolescu Gh.: Modificarea unor paragrafe din „Prescripțiile de exploatare tehnică a centralelor și rețelelor electrice". 240

ENERGETICA PESTE HOTARE 241

DIN ACTIVITATEA A.S.I.T.

Nagy C. și *Pănoiu N.*: Analiza consumului specific de energie în întreprinderile cu procese de fabricație continui 246

CRONICA 251

DOCUMENTARE 254

RECENZIE 259

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

*** : 1 мая 1956 г. 213

И. Бадя: Технико-экономические соображения в связи с введением автоматизаций на тепловых установках теплоэлектроцентралей 215

С. Калин: Автоматизация производственных процессов в энергетике 219

И. Хухуля: Автоматическое включение электрических магистралей питающих двигателей глубинных насосов 226

Д. Павел: Мощные единицы в гидроэнергетических установках 233

Г. Манолеску: Номограмма для преобразования комплексных чисел 238

НА ПОМОЩЬ ЛИЦАМ ИЗУЧАЮЩИМ И ПРИМЕНЯЮЩИМ «ПРЕДПИСАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕНТРАЛЕЙ И СЕТЕЙ»

Г. Манолеску: Изменение некоторых статей в „Предписаниях по эксплуатации электрических централей и сетей" 240

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА 241

ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А.С.И.Т.

К. Нобь и инж. *Н. Паиною*: Анализ удельного расхода электроэнергии на предприятиях с непрерывным производственным процессом 246

ХРОНИКА 251

ДОКУМЕНТАЦИЯ 254

РЕЦЕНЗИИ 259

SOMMAIRE

Page

*** : 1-er mai 1956 213

Badea I.: Considérations technico-économiques sur l'introduction de l'automatisme dans les installations thermiques des centrales thermoélectriques 215

Călin S.: L'automation des procès de production d'électricité 219

Huhulea I.: Le réenclenchement automatique des lignes électriques principales qui alimentent les moteurs à pompes de profondeur . 226

Pavel D.: Unités de grande puissance pour les grands transformateurs hydroénérgétiques 233

Manolescu G.: Nomogramme pour la transformation des nombres complexes de la forme algébrique dans celle exponentielle et inversement 238

ECLAIRCISSEMENTS APPORTES AUX PRESCRIPTIONS D'EXPLOITATION TECHNIQUE DES CENTRALES ET RESEAUX ELECTRIQUES

Manolescu G.: La modification de quelques paragraphes des „Prescriptions d'exploitation technique des centrales et des réseaux électriques 240

L'ECONOMIE ENERGETIQUE A L'ETRANGER 241

ACTIVITÉS DE L'A.S.I.T.

Nagy C. et *Pănoiu N.*: L'analyse, de la consommation spécifique d'énergie dans les entreprises à procès de fabrication continue 246

CHRONIQUE 251

DOCUMENTATION 254

RECENSIONS 259

INHALT

Seite

*** : 1. Mai 1956 213

Badea I.: Technische und wirtschaftliche Betrachtungen über die Automatisierung des wärmetechnischen Teiles der Dampfkraftwerke 215

Călin S: Die Automatisierung der Erzeugungsprozesse in der Elektrizitätswirtschaft . 219

Huhulea I: Selbsttätige Wiedereinschaltung der elektrischen Hauptleitungen für die Speisung der Tiefpumpenmotoren . . 226

Pavel D.: Hochleistungseinheiten für hydroenergetische Umformer 233

Manolescu G.: Nomogramm für die Verwandlung komplexer Zahlen aus der algebraischen in der exponentiellen Form und umgekehrt 238

ERLAEUTERUNGEN ZU DEN TECHNISCHEN BETRIEBSVORSCHRIFTEN DER ELEKTRISCHEN KRAFTWERKE UND NETZE

Manolescu G.: Abänderung einiger Absätze der „Technischen Betriebsvorschriften der elektrischen Kraftwerke und Netze" 240

DIE ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLAND 241

AUS DEM WIRTSCHAFTSBEREICH DER A.S.I.T.

Nagy C. u. *Pănoiu N.*: Analyse, des spezifischen Energieverbrauchs in den Unternehmungen mit kon tinuierlichen Erzeugungsprozessen 246

CHRONIK 251

SCHRIFTTUM 254

BUCHERSCHAU 259

E 2039

ENERGETICA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacție

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul IV ★ 1956 ★ Nr. 5 Redacția: București, str. I. Ghica nr. 3 ★ Tel. 3.07.30 3.57.28

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

1 Mai 1956

1 Mai 1956 găsește majoritatea oamenilor muncii unită și cu un țel comun: coexistența pașnică a statelor cu sisteme sociale diferite. Ideia leninistă despre coexistența pașnică a fost tradusă în viață. Uniunea Sovietică și țările de democrație populară promovează în mod activ o politică de slăbire a încordării internaționale de îmbunătățire a relațiilor cu toate statele, de încredere reciprocă și colaborare rodnică în toate domeniile de activitate, științific, cultural, tehnic și economic. Vizitele conducătorilor sovietici Bulganin și Hrusciov în India, Birmania, Afganistan și Anglia, precum și rezultatele la care s-a ajuns cu ocazia acestor vizite dovedesc cu prisosință eforturile Uniunii Sovietice și ale celorlalte popoare pentru triumful coexistenței pașnice. Mai mult decît în orice an acest 1 Mai 1956 este menit să fie un îndemn mobilizator, ca forțele muncitorești să se unească, să ridice mai sus steagul internaționalismului proletar, al luptei pentru pace și democrație în condițiile specifice ale fiecărei țări.

Poporul romîn sărbătorește acest 1 Mai cu trecerea în revistă a realizărilor din primul plan cincinal și sub semnul luptei pentru traducerea în viață a hotărîrilor celui de-al II-lea Congres al partidului muncitoresc romîn.

In perioada primului cincinal, sarcina planului cu privire la volumul producției globale industriale a fost îndeplinită cu 50 zile înainte de termen. In această perioadă producția mijloacelor de producție a crescut de circa 3,9 ori față de 1948, iar producția obiectelor de consum de 2,9 ori. Industria socialistă din Romînia este o temelie puternică a dezvoltării și mecanizării întregii economii; ea înregistrează an de an noi succese în privința ridicării nivelului tehnic și al calității producției. Călăuzindu-se după directivele marelui Lenin cu privire la rolul electrificării în construirea socialismului, plenara din 26 oct. 1950 a Comitetului Central al P.M.R. a dezbătut și aprobat planul de electrificare întocmit pentru o perioadă de 10 ani. După cinci ani de aplicare a planului au intrat în funcțiune 20 de centrale electrice, puterea disponibilă s-a dublat realizîndu-se astfel pasul înainte al electrificării față de celelalte ramuri industriale. In cel de al doilea plan cincinal, puterea centralelor va crește mai rapid cu eforturi de investiții relativ mai mici deoarece această sporire se va realiza prin montarea de noi unități principale, instalațiile anexe comune întregii centrale fiind deja realizate. In ultimii 14 ani creșterea puterii a fost de 23 536 kW/an, iar în perioada planului cincinal de 108 000 kW/an.

S-au construit de asemenea de șapte ori mai multe linii de 110 kV decît existau în total în 1950. S-a interconectat 60% din puterea centralelor electrice existente. In perioada primului cincinal consumul de energie electrică pe cap de muncitor industrial a atins cifra de 3 600 kWh în 1955 față de 1480 kWh cît era în 1948. S-au pus bazele tehnice ale termoficării industriale și urbane. S-a dezvoltat industria electrotehnică creată de regimul democrat popular și care acoperă azi necesitățile economiei naționale cu echipament, utilaj și materiale electrotehnice, urmînd a fi importate numai acelea a căror fabricație în țară nu se justifică din punct de vedere economic. Pe lîngă succesele obținute persistă încă lipsuri în ceea ce privește nivelul tehnic al exploatării sistemelor

energetice, consumul de combustibil, calitatea și durata reparațiilor agregatelor.

Față de aceste realizări și lipsuri cel de al II-lea Congres al partidului a trasat ca directive pentru cel de al II-lea plan cincinal creșterea producției globale industriale cu 60—65% din care creșterea industriei mijloacelor de producție cu 70—75%, iar creșterea industriei bunurilor de consum cu 50—55. Producția marfă industrială o să depășească 160—165% față de 1955 cu o creștere anuală de 10—10,5%, din care 11—11,5 în sectorul industriei mijloacelor de producție și 8,5—9% la sectorul industriei bunurilor de consum. In cursul celui de al II-lea plan cincinal vor lua un avînt sporit lucrările de electrificare a țării. Se vor extinde actualele centrale hidro și termoelectrice așa ca în cel de al II-lea plan cincinal puterea instalată să crească cu 700 000 kW dintre care 200 000 kW în centrale hidro și 500 000 kW în centrale termoelectrice.

In cel de al II-lea plan cincinal se prevede instalarea în centrala hidroelectrică „V.I. Lenin" Bicaz a primelor agregate însumînd 110 000 kW urmînd ca în cel de al III-lea plan cincinal să se instaleze restul de 100 000 kW. Gradul de interconexiune va atinge în 1960, 80—85% din puterea instalată.

Consumul de combustibili va fi redus la centralele M.E.E.I.E. de la 650 g la 500 g combustibil convențional pe kWh prin aplicarea termoficării industriale și urbane și prin aplicarea ciclurilor termoenergetice cu abur de parametri înalți .Se vor construi încă 3 200 km linii de 35 și 110 kV care vor permite electrificarea industriei și agriculturii socialiste. Se vor extinde de asemenea studiile pentru amenajarea hidroenergetică a rîurilor și Dunării. Se va pregăti folosirea energiei nucleare în centralele atomoelectrice, posibilitatea de a folosi în viitor energia nucleară alături de celelalte surse de energie ale țării noastre.

Alături de clasa muncitoare, de țărănimea muncitoare oamenii de știință și tehnică, inginerii și tehnicienii sărbătoresc împreună cu întreaga intelectualitate a patriei noastre ziua de 1 Mai, ziua solidarității internaționale a oamenilor muncii punîndu-și toată priceperea, și capacitatea creatoare în slujba înfloririi științei și tehnicii, a mersului înainte a țării noastre.

Pentru întreg poporul nostru ziua de 1 Mai este o demonstrație puternică a voinței de neclintit de a merge înainte alături de celelalte popoare ale lumii pe calea înfloririi scumpei noastre patrii.

Consideraţii tehnico-economice asupra introducerii automatizării în instalaţiile termice ale centralelor termoelectrice

Conf. ing. IOAN BADEA

Se precizează noţiunea de „automatizare a centralelor termoelectrice" şi se arată care sînt avantajele tehnico-economice ale introducerii acesteia. Se analizează din punct de vedere economic, într-un exemplu concret, oportunitatea introducerii automatizării instalaţiilor sălii cazanelor unei centrale termoelectrice.

In ultimii ani, automatizarea a primit o largă dezvoltare în principalele ramuri industriale de producţie. De la un început modest, în care automatizarea era folosită numai parţial în cîteva locuri unde era absolut necesară, s-a trecut în prezent la automatizarea completă a celor mai multe instalaţii.

Condiţiile impuse de dezvoltarea echipamentului modern al centralelor, ca şi urmărirea în prezent a unei exploatări economice, au condus la introducerea pe o scară largă a automatizării instalaţiilor acestora.

Automatizarea în centralele termoelectrice a fost aplicată în principalele faze ale procesului tehnologic, fie ca reglare automată a instalaţiilor, fie ca dispozitive de comandă la distanţă, de control automat şi de protecţie.

Automatizarea în centralele termoelectrice conduce la importante avantaje tehnico-economice, la îmbunătăţirea condiţiilor de muncă a personalului de exploatare, precum şi la schimbarea caracterului muncii prestate de personal în instalaţiile automatizate, prin ridicarea calificării tehnice a acestuia.

I. Elementele automatizării

Un automat este un dispozitiv sau un aparat care aplicat unei instalaţii oarecare permite ca operaţiunile efectuate de acestea să se realizeze fără intervenţia omului.

Automatizarea se defineşte ca introducerea automatelor în procesul de producţie. Prin aceasta se realizează înlocuirea muncii manuale în conducerea proceselor de producţie.

Prin mecanizare se înţelege folosirea maşinilor şi a dispozitivelor mecanice, care înlocuiesc forţa fizică umană, în diferite procese de exploatare [1]. Astfel, automatizarea ar apare ca mecanizarea comenzilor operative în procesele de exploatare.

Cele mai importante dispozitive de automatizare ale instalaţiilor termice ale unei centrale termoelectrice sînt : reglare automată, comandă automată, comandă la distanţă, protecţie termică, control tehnologic, blocare şi semnalizare tehnologică, la care se adaugă şi dispozitivele de semnalizare de comandă şi dispozitivele de comunicaţii telefonice.

O instalaţie automatizată, în funcţie de gradul său de automatizare, cuprinde cîteva sau toate dispozitivele enumerate mai sus. Prin reglare se înţelege menţinerea constantă, sau după o anumită lege, a valorilor unor mărimi impuse de realizarea unui anumit proces tehnologic. După cum această reglare se face ori manual, ori fără participarea omului, se realizează o reglare manuală sau automată. Automatul care permite efectuarea reglării automate se numeşte regulator automat.

Prin comandă automată se înţelege efectuarea, fără intervenţia omului, a unei anumite operaţiuni în procesul tehnologic, impulsul de comandă fiind dat însă pe baza măsurării unei mărimi independente de cea influenţată sau, în genere, fără nici o măsurare.

Comanda la distanţă are ca scop să permită conducerea la distanţă a acţiunii organelor de reglare şi a unor instalaţii izolate. Comanda la distanţă se poate aplica atît ca dispozitiv independent de automatizare cît şi ca dispozitiv ce lucrează în paralel, însă nu simultan, cu dispozitivele de reglare automată.

Dispozitivele de protecţie termică sau mecanică au ca scop să seziseze apariţia unei funcţionări necorespunzătoare a echipamentului sau a instalaţiei şi să intervină pentru prevenirea defectelor.

Dispozitivele de control termotehnic sau mecanic au rolul să asigure supravegherea continuă a proceselor tehnologice, permiţînd urmărirea continuă a funcţionării instalaţiei.

Dispozitivele de blocare automată au scopul să împiedice efectuarea de către personal, sau de către instalaţia de automatizare, a unor operaţii necorespunzătoare, care s-ar putea face fie din neglijenţa personalului, fie în urma defectării instalaţiei de reglare automată.

Dispozitivele de semnalizare tehnologică sînt de trei feluri : preventive, de defect şi de control. Semnalizarea preventivă înştiinţează în mod automat apariţia unei schimbări în regimul normal, care ar putea conduce la un defect, cele de semnalizare tehnologică de defecte servesc pentru înştiinţarea automată a personalului, în cazul ieşirii din funcţiune a utilajului din cauză de defecte. Semnalizarea tehnologică de control permite înştiinţarea automată asupra

funcționării sau staționării instalațiilor auxiliare și a poziției organelor de închidere.

Semnalizarea de comandă permite transmiterea unor semnale de un singur tip, care se repetă des, de la un post de conducere operativă la locul de manevră și în cele mai multe cazuri și confirmarea recepționării acestora.

Dispozitivele de comunicații prin telefonie cu fir sau cu unde dirijate permit convorbirile personalului de serviciu din diferite posturi de comandă sau de manevră.

II. Avantajele tehnico-economice ale automatizării

Prin introducerea automatizării se realizează pe lîngă importante avanteje tehnico-economice și importante avantaje sociale.

Dintre avantajele tehnico-economice ce se pot realiza prin introducerea automatizării în centralele termoelectrice se menționează:

— mărirea randamentului instalațiilor tehnologice, care are drept urmare reducerea consumului de combustibil cu 2—3% pentru unitățile mari și pînă la 6—10% pentru cazanele mici;

— reducerea numărului personalului de exploatare a centralei pînă la 60%;

— ridicarea calității energiei prin menținerea constantă a frecvenței și tensiunii;

— micșorarea timpului de pornire și oprire a agregatelor;

— mărirea siguranței de funcționare a agregatelor;

— reducerea consumului serviciilor interne;

— mărirea capacității instalațiilor.

Dintre avantajele sociale se menționează următoarele:

— schimbarea caracterului muncii prestate de personalul din instalațiile automatizate, întrucît automatizarea proceselor de producție cere ca montarea, reglarea și deservirea instalațiilor să fie făcute de muncitori cu o înaltă calificare tehnică;

— îmbunătățirea considerabilă a condițiilor de muncă ale personalului de exploatare al centralei, în special a celui din instalația de preparare și manipulare a combustibilului solid, în toate cazurile unde acesta lucrează în condiții grele sau nesănătoase.

Introducerea automatizării necesită în schimb investiții suplimentare, rezultate din diferența dintre investițiile cerute în plus de realizarea instalațiilor de automatizare și din economia de investiții realizată prin reducerea volumului centralei și micșorarea numărului locuințelor personalului acesteia.

Oportunitatea, din punct de vedere economic, a introducerii automatizării va fi judecată pe baza timpului necesar de recuperare a investițiilor suplimentare, din economiile anuale ce se realizează prin introducerea automatizării.

Automatizarea centralelor termoelectrice cu abur cuprinde automatizarea instalațiilor de cazane de abur, a serviciilor interne, a grupurilor turbogeneratoare și a instalațiilor electrice.

Automatizarea sălii cazanelor cuprinde: reglarea procesului de conducere a exploatării cazanului de abur prin reglarea arderii, a tirajului, a debitului de aer introdus în focar, a alimentării cu apă a cazanului, a presiunii și temperaturii aburului, apoi automatizarea preparării cărbunelui pulverizat, comanda la distanță (de la tablou) a acționării ventilelor de abur și apă, precum și controlul, semnalizarea și blocarea automată a operațiilor tehnologice. La acestea se mai adaugă și automatizarea analizei apei de alimentare a cazanelor de abur, a aburului saturat produs și a condensatului din condensatorul turbinei.

Prin introducerea automatizării, pe lîngă reducerea consumului de combustibil al cazanului cu 2 — 3%, se mențin și parametrii aburului de alimentare a turbinelor, constanți. Astfel, de exemplu, într-o instalație automatizată [2], abaterea medie anuală a presiunii și temperaturii aburului este de numai 0,23 at, respectiv 2,5°C, față de cazul reglării manuale, cînd în cazuri fericite se pot realiza abateri de 0,5 at, respectiv 5°C.

Menținerea constantă a presiunii și temperaturii aburului la intrarea în turbină conduce la micșorarea consumului de abur a acesteia și la importante economii de combustibil.

In cazul reglării automate, debitul morii de cărbune [2] crește în medie cu 10%.

De asemenea, după același autor [2], prin introducerea automatizării preparării combustibilului pulverizat al cazanelor de abur și a instalației de reducere a presiunii de abur, numărul personalului s-a redus după cum se arată în tabela 1.

Tabela 1

Personal pe un schimb	Fără automatizare	Cu automatizare
Mecanici de mori	7	4
Tehnicieni de serviciu la silozurile de cărbune ale instalației de cazane	7	4
Idem, la instalația de reducere	4	—
Idem, la indicatoarele de nivel	11	4
Total	29	12
Total în procente	100%	41,5%

Automatizarea serviciilor interne cuprinde: reglarea automată a nivelului și presiunii în degazori, comanda la distanță și comanda automată a pompelor de alimentare cu apă a cazanelor de abur, comanda la distanță a instalațiilor de epurare chimică, reglarea automată a stației de reducere, semnalizarea scăderii nivelului în rezervoare, etc.

Automatizarea grupurilor turbogeneratoare cuprinde reglarea automată a turbinelor, cu sistemele de blocare, pornire automată a pompelor de ulei, sistemele de protecție termică, semnalizare și indicare, comanda la distanță a pompelor de condensat și apă de răcire, a instalațiilor de preîncălzitori, etc.

Automatizarea părții electrice a centralei cuprinde sistemele de protecție electrică, realizate prin relee, comanda la distanță a întrerupătorilor și aparatele de semnalizare, etc., precum și regulatoarele de tensiune.

Automatizarea centralelor electrice cu motoare Diesel constă din automatizarea operațiilor de pornire și oprire a motorului Diesel, a reglării sarcinii grupului și tensiunii generatorului și a sincronizării automate la rețeaua electrică.

Prin automatizarea centralelor electrice cu motoare Diesel se reduce durata de pornire a grupului, se reduce numărul personalului de exploatare și se ușurează munca personalului de serviciu.

III. Condiții în care se justifică introducerea automatizării

In cele ce urmează se examinează problema automatizării centralelor termoelectrice cu abur numai din punct de vedere economic, ținînd seama de dublul aspect al investițiilor și cheltuielilor anuale.

In genere, introducerea automatizării necesită un surplus de investiții, însă conduce în schimb la economii anuale, exprimate ca diferență dintre cheltuielile anuale înainte de automatizare și cele după efectuarea acesteia. Ținînd seama de acest dublu aspect al problemei, se consideră că instalația de automatizare este justificată din punct de vedere economic, dacă surplusul de investiții cerut de aceasta se recuperează din economiile anuale realizate prin soluția aleasă, într-un timp anumit, denumit timp de recuperare.

Acest timp de recuperare a diferenței de investiții din diferența de cheltuieli anuale, exprimat în ani, reflectă dacă o soluție este sau nu oportună din punct de vedere economic. Valoarea maximă a timpului de recuperare (T_{max}), depinde pe de-o-parte de natura instalației și în special de durata de viață, pe de altă parte de efortul de investiții pe care poate să-l facă statul la un moment dat în ramura respectivă.

Durata de recuperare a diferenței de investiții (T), dacă se notează cu I_1 și I_2 investițiile și cu C_1 și C_2 cheltuielile anuale pentru cele două soluții, este dată de relația :

$$T = \frac{I_1 - I_2}{C_2 - C_1} \text{ în ani.}$$

Pentru ca soluția adoptată să poată fi justificată din punct de vedere economic, este necesar ca durata de recuperare (T) să fie inferioară duratei de recuperare maxime (T_{max}).

Se consideră, pentru exemplificare, un caz concret al automatizării sălii cazanelor dintr-o centrală termoelectrică cu condensație de 100 MW, folosind drept combustibil păcură. Se presupune că centrala produce anual 600 GWh cu un consum specific, înainte de automatizare, de 3300 kcal/kWh.

Pentru a putea judeca oportunitatea automatizării sălii cazanelor se iau în considerare două cazuri :

— cazul în care nu se automatizează instalațiile din sala cazanelor ;

— cazul în care se automatizează aceste instalații.

Exprimînd din punct de vedere economic repercusiunile pe care le aduce introducerea automatizării, se constată :

1. Prin introducerea reglării automate a cazanelor de abur, randamentul acestor instalații crește în acest caz cu 2,5%. Rezultă atunci că se aduce anual o economie de combustibil de :

$$\Delta B_1 = 600 \cdot 10^6 \cdot 3300 \cdot 10^{-6} (1 - \eta_{c1}/\eta_{c2}) \text{ în Gcal/an,}$$

unde

$$\eta_{c1}/\eta_{c2} = \eta_{c1}/1{,}025\ \eta_{c1} = 1/1{,}025$$

reprezintă raportul dintre randamentele cazanului înainte (η_{c1}) și după introducerea reglării automate (η_{c2}).

Deci :

$$\Delta B_1 = 48\,500 \text{ Gcal/an,}$$

care la un preț al căldurii de 25 lei/Gcal revine la o economie de :

$$\Delta C_1 \cong 1.210.000 \text{ lei/an.}$$

2. Prin menținerea constantă a presiunii și temperaturii aburului la intrarea în turbină se micșorează consumul de abur al acestora. Considerînd că prin automatizare abaterile medii anuale ale presiunii și temperaturii au fost îmbunătățite cu 0,27 at, respectiv 2,5°C față de cazul reglării manuale, rezultă că se micșorează corespunzător consumul de combustibil.

Pentru cazul considerat, consumul de căldură al grupurilor din centrală scade datorită îmbunătățirii condițiilor de temperatură și presiune [3] cu valorile : 0,125% datorită îmbunătățirii cu 2,5°C a condițiilor de temperatură (0,05%/°C × 2,5°C) și cu 0,108% pentru creșterea presiunii cu 0,27 at (0,4%/at × 0,27 at).

Reglarea automată conduce la economii de combustibil ΔB_2 datorită îmbunătățirii condițiilor de temperatură și ΔB_3 a celora de presiune. Acestea se exprimă aproximativ prin :

$$\Delta B_2 = 600 \cdot 10^6 \cdot 3300 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}125/100 = 2475 \text{ Gcal/an}$$

și

$$\Delta B_3 = 600 \cdot 10^6 \cdot 3300 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}108/100 = 2138 \text{ Gcal/an,}$$

ceea ce revine în bani :

$$\Delta C_2 = 2475 \cdot 25 \cong 62\,000 \text{ lei/an}$$
$$\Delta C_3 = 2138 \cdot 25 \cong 53\,000 \text{ lei/an.}$$

3. Prin introducerea automatizării se micșorează numărul personalului de deservire al centralei cu cca 70 oameni. Rezultă, la un salariu mediu de 9000 lei/an, o economie datorită introducerii automatizării de :

$$\Delta C_4 = 70 \cdot 9000 = 630\,000 \text{ lei/an}$$

4. Prin introducerea automatizării se micşorează consumul serviciilor interne pentru manipularea şi prepararea combustibilului, pentru motoarele de antrenare a ventilatoarelor de tiraj şi aer, a pompelor de apă de alimentare, etc. Ţinînd seama de natura reglării acestor motoare cît şi de valoarea micşorării consumului de abur şi de combustibil, se admite acoperitor o micşorare a consumului serviciilor interne (iniţial 40 GWh/an) cu 2%. Rezultă atunci o economie de energie electrică de :

$$\Delta E = 0{,}02 \cdot 40 = 0{,}80 \text{ GWh/an}$$

care la un preţ de cost al energiei electrice de 0,10 lei/kWh, revine la :

$$\Delta C_5 = 0{,}10 \cdot 0{,}8 \cdot 10^6 = 80.000 \text{ lei/an.}$$

5. Prin lungirea vieţii zidăriei refractare a cazanelor, se economiseşte anual cca 30 000 lei/an pentru întreaga centrală.

6. Introducerea automatizării instalaţiilor din sala cazanelor necesită un spor de investiţii de cca 8 milioane lei care, datorită amortizării şi reparaţiilor capitale, aduce o cheltuială suplimentară de :

$$\Delta S = 0{,}06 \cdot 8\,000\,000 = 480\,000 \text{ lei/an.}$$

Rezultă atunci, că prin introducerea automatizării se realizează o economie anuală de :

$$\Delta C = C_2 - C_1 = \sum_{i=1}^{5} \Delta C_i - \Delta S = 1\,555\,000 \text{ lei/an,}$$

unde prin ΣC_i s-au notat economiile, iar prin ΔS cheltuielile suplimentare ; necesită însă o investiţie suplimentară de :

$$I_1 - I_2 = 8\,000\,000 \text{ lei.}$$

Durata de recuperare a diferenţei de investiţii din economiile anuale rezultate este de :

$$n = \frac{I_1 - I_2}{C_2 - C_1} = \frac{8\,000\,000}{1\,555\,000} = 5{,}1 \text{ ani.}$$

Această durată de recuperare fiind mai mică de 10 — 15 ani, cît se admite normal pentru instalaţiile termice, rezultă că introducerea automatizării se justifică din punct de vedere economic.

IV. Concluzii

Mărirea puterii şi ridicarea parametrilor unităţilor centralelor termoelectrice moderne impun, atît din punct de vedere tehnic, cît şi economic, introducerea automatizării acestora şi, în prezent, nu se mai poate concepe ca aceste instalaţii să nu fie automatizate chiar de la început.

Problema automatizării instalaţiilor se pune însă şi pentru centralele termoelectrice în funcţiune, care nu au instalaţii de automatizare sau acestea nu funcţionează. Pentru fiecare caz în parte este necesar să se examineze din punct de vedere tehnic şi economic avantajele şi dezavantajele pe care le aduce introducerea automatizării instalaţiilor existente, acolo unde nu se dispune de aceasta. Pentru cazurile în care există instalaţii de automatizare, dar nu sînt utilizate, este necesar ca acestea să fie completate şi puse în funcţiune.

Bibliografie

[1] *Gherasimov S. G., Dudnicov E., Cistiacov S.* : Reglarea automată a instalaţiilor de cazane, Moscova, 1950.

[2] *Vasiliev N. B.* : Automatizarea complexă a secţiei de cazane a unei centrale electrice, Rabocii Energhetik nr 6,1952.

[3] *Gorşcov A. S.* : Indici tehnico-economici ai centralelor termoelectrice, Ed. Energetică de Stat, 1953.

★

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СООБРАЖЕНИЯ В СВЯЗИ С ВВЕДЕНИЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ТЕПЛОВЫХ УСТАНОВКАХ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ

Уточняется понятие „автоматизация теплоэлектроцентралей" и приводятся технико-экономические преимущества ее внедрения на основе конкретного примера. Рассматривается с экономической точки зрения целесообразность автоматизации установок котельной на одной теплоэлектроцентрали.

★

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNGEN ÜBER DIE AUTOMATISIERUNG DES WÄRMETECHNISCHEN TEILES DER DAMPFKRAFTWERKE

Es wird der Begriff „Automatisierung von Dampfkraftwerken" erläutert und auf die technischen und wirtschaftlichen Vorteile ihrer Einführung higewiesen. Ferner wird, an Hand eines konkreten Beispiels, die Zweckmässigkeit der Automatisierung der Anlagen des Kesselhauses eines Dampfkraftwerkes, vom wirtschaftlichen Standpunkt aus analysiert.

Automatizarea proceselor de producţie în energetică*)

Conf. ing. SERGIU CĂLIN

Se expune o clasificare a automatizărilor folosite în sistemele energetice, trecîndu-se în revistă principalele probleme actuale din cadrul automatizărilor de ansamblu, al automatizărilor de zonă şi al automatizărilor locale din sistemele energetice. Se indică stadiul aplicării diferitelor automatizări în sistemele energetice din ţara noastră.

Procesul de producţie al energiei electrice prezintă o serie de caracteristici care îl deosebesc de alte procese de producţie. De aceia şi sistemele energetice, ca obiecte supuse automatizării, prezintă o serie de particularităţi care nu se întîlnesc la alte obiecte automatizate. Printre aceste particularităţi enumerăm următoarele :

1. Producerea şi consumul energiei electrice se efectuează practic simultan, respectiv nu există posibilitatea unor înmagazinări, unor stocuri de rezervă, cum există în alte ramuri de producţie ; este necesar de aceia ca în permanenţă să existe un echilibru riguros între producţie şi consum, — respectiv unităţile producătoare trebuie să urmărească exact variaţiile consumului ; în acest mod în fiecare moment consumul determină volumul producţiei.

2. Procesele tranzitorii se petrec în fracţiuni foarte mici de timp, ele desfăşurîndu-se cu rapiditate foarte mare pe întregul cuprins al sistemelor energetice (cum sînt de exemplu scurtcircuitele, procesele ondulatorii etc.).

3. Producţia de energie electrică şi deci sistemele energetice sînt direct şi strîns legate de buna funcţionare a întreprinderilor industriale din toate ramurile de producţie ; ele sînt de asemenea legate de buna funcţionare a transportului, telecomunicaţiilor, iluminatului, utilizărilor casnice, etc. Acest lucru ridică foarte acut problema siguranţei de funcţionare a sistemelor energetice, deoarece orice întrerupere a alimentării cu energie electrică se reflectă în toate domeniile enumerate.

4. Sistemul energetic ca organism unic, care cuprinde centralele, staţiile, liniile de transport, reţelele de distribuţie şi consumatorii, se extinde pe spaţii imense, incomparabile cu spaţiile ocupate de alte unităţi industriale.

Primele două particularităţi — necesitatea urmăririi permanent a consumului şi rapiditatea desfăşurării proceselor tranzitorii — impun în mod obligatoriu folosirea unor dispozitive automate, care să poată interveni cu rapiditatea necesară pe care, evident, omul nu o poate asigura. A treia particularitate — problema siguranţei mari de funcţionare — conduce de asemenea la necesitatea folosirii pe scară largă a automatizărilor în sistemele energetice. In sfîrşit, ultima particularitate determină necesitatea unei coordonări a acţiunii dispozitivelor automate aflate la mari distanţe, în cadrul aceluiaşi sistem energetic, coordonare care se face fie în timp, fie prin canale de telecomunicaţii, fie cu ajutorul unor parametri suplimentari.

In consecinţă o serie de automatizări sînt absolut indispensabile pentru buna funcţionare a sistemelor energetice. Nu se pot concepe astăzi sisteme energetice fără dispozitive de protecţie automată prin relee, fără regulatoare automate de tensiune, etc.

In general automatizările în sistemele energetice urmăresc următoarele scopuri :

1. Siguranţa de funcţionare şi continuitatea alimentării cu energie electrică, prin reducerea numărului de avarii.

2. Imbunătăţirea calităţii producţiei, respectiv asigurarea unei frecvenţe şi a unei tensiuni cît mai constante.

3. Reducerea cheltuielilor de exploatare, prin reducerea consumului de materiale, ceea ce conduce la reducerea preţului de cost al energiei electrice.

4. Uşurarea muncii personalului.

In funcţie de gradul în care automatizările respective afectează sistemul energetic în ansamblul său sau numai o zonă oarecare, respectiv un element al sistemului energetic, automatizările folosite în procesul de producţie al energiei electrice pot fi clasificate după cum urmează :

1. *Automatizări de ansamblu*, care intră în acţiune la variaţii de regim apărute în orice punct al sistemului energetic. Din această categorie fac parte: reglarea automată a frecvenţei, ca automatizare cu circuit închis, şi descărcarea automată la suprasarcină, ca automatizare cu circuit deschis.

2. *Automatizări de zonă*, care intră în acţiune la variaţii de regim apărute numai într-o anumită zonă a sistemului energetic. Din această categorie fac parte: reglarea automată a tensiunii şi puterii reactive, ca automatizare cu circuit

*) Conferinţă ţinută la 23 octombrie 1955 la Institutul Politehnic Timişoara în cadrul simposionului organizat de ASIT. In conferinţă a fost folosit materialul comunicării *„Automatizări în sistemele energetice"* de conf. ing. *Sergiu Călin*, conf. ing. *Călin Mihăileanu*, conf. ing. *Cornel Penescu* şi ing. *Augustin Moraru*, prezentată la Consfătuirea asupra problemelor de automatizări organizată de Acad. R.P.R. la 15—17 mai 1955.

închis, şi forţarea excitaţiei, ca automatizare cu circuit deschis.

3. *Automatizări locale*, în care sînt cuprinse operaţiile care se efectuează automat în anumite puncte fixe ale sistemului energetic. Din această categorie fac parte :

a) protecţia prin relee şi alte operaţii legate direct de funcţionarea protecţiei prin relee, cum ar fi, de exemplu, dezexcitarea rapidă a generatoarelor ;

b) anclanşarea automată a alimentării de rezervă ;

c) reanclanşarea automată rapidă ;

d) sincronizarea automată.

4. *Automatizări de elemente*, în care sînt cuprinse automatizările diferitelor elemente şi instalaţii din centralele electrice şi care nu influenţează direct regimul de funcţionare al sistemului energetic. Din această categorie fac parte, de exemplu : automatizarea pornirii motoarelor electrice ; automatizarea instalaţiilor de cazane de abur ; automatizarea centralelor hidroelectrice (pornirea şi oprirea automată a agregatelor, automatizarea părţii mecanice şi electrice a agregatelor, automatizarea instalaţiilor hidrotehnice şi a instalaţiilor auxiliare).

De asemenea, ceea ce caracterizează folosirea automatizărilor în sistemele energetice, este transmiterea la distanţă a indicaţiilor aparatelor de măsurat, a comenzilor şi a semnalizărilor, respectiv folosirea pe scară largă a dispozitivelor telemecanice pentru măsurare, control, comandă şi semnalizare.

I. Automatizări de ansamblu

a) **Reglarea automată a frecvenţei.** Intr-un sistem energetic puterea activă consumată de totalitatea receptorilor variază în permanenţă în funcţie de necesităţile momentane ale consumatorilor.

Atît timp cît puterea totală dezvoltată de maşinile primare urmăreşte exact variaţiile puterii active necesitată de consumatori (urmărirea acestor variaţii realizîndu-se prin modificarea corespunzătoare a admisiei agentului motor în maşinile primare) viteza de rotaţie a agregatelor nu variază şi deci şi frecvenţa va rămîne constantă în sistemul energetic. Această situaţie este de obicei denumită situaţie de „echilibru al puterilor active". Dacă în această situaţie de echilibru se provoacă o mărire a admisiei agentului motor în maşinile primare, fără ca puterea activă necesitată de consumatori să fi suferit vreo variaţie, agregatele îşi vor mări viteza de rotaţie şi ca urmare va creşte şi frecvenţa în sistemul energetic. Se obişnuieşte ca în acest caz să se spună că există un „excedent" al puterii dezvoltată de maşinile primare în raport cu puterea activă necesitată de consumatori.

In mod analog, în cazul unui deficit de putere activă în sistem (cînd puterea dezvoltată de maşinile primare ar fi inferioară puterii active necesitate de consumatori), frecvenţa în sistemul energetic va scădea.

In acest sens, se poate spune că scopul reglării frecvenţei constă tocmai în menţinerea permanentă a echilibrului puterilor active în sistemul energetic, acţionîndu-se asupra maşinilor primare astfel încît puterea produsă să urmărească exact variaţiile puterii active necesitate de consumatori.

Regulatorul automat de frecvenţă acţionează printr-un servomotor electric asupra regulatorului de viteză al turbinei, deplasînd caracteristica de reglaj a acestuia pînă la restabilirea valorii nominale a frecvenţei.

In stadiul actual de dezvoltare a sistemelor energetice, principalul mijloc de asigurare a echilibrului puterilor active constă în alcătuirea de către dispecer a diagramei zilnice de sarcină pentru întreg sistemul energetic şi în divizarea acestei diagrame totale între centralele şi agregatele sistemului. Această divizare se face după principiul repartiţiei optime, din punct de vedere economic, a sarcinii totale între agregatele care lucrează în paralel.

Dat fiindcă variaţiile reale ale puterii active totale consumate în sistemul energetic nu corespund exact cu diagrama planificată, agregatele prevăzute cu regulatoare de frecvenţă preiau automat toate diferenţele dintre diagrama reală a puterilor active şi cea planificată, diferenţă care, evident, ar provoca deviaţii ale frecvenţei de la valoarea nominală.

De aici rezultă şi importanţa economică a reglării frecvenţei. Preluînd variaţiile de sarcină neprevăzute, agregatele care reglează automat frecvenţa asigură tuturor celorlalte agregate ale sistemului energetic posibilitatea de a funcţiona cu sarcina optimă repartizată de dispecer, asigurîndu-se astfel funcţionarea economică a sistemului energetic în totalitatea sa.

Pînă la un anumit grad de dezvoltare al sistemelor energetice, reglarea frecvenţei se poate face şi manual. In sistemele energetice mari acest lucru prezintă însă o serie de dezavantaje (precizie scăzută, promptitudine şi rapiditate insuficientă, încordare obositoare pentru personalul de serviciu, calitatea procesului de reglare avînd de suferit), ceea ce impune necesitatea automatizării procesului de reglare a frecvenţei.

In problema reglării automate a frecvenţei trebuie rezolvate două dificultăţi importante.

Prima dintre ele este legată de stabilitatea procesului de reglare ; dat fiind că regulatorul de frecvenţă lucrează prin intermediul regulatorului de viteză al turbinei, circuitul de reglare conţine un număr mare de elemente, ceea ce complică asigurarea stabilităţii procesului de reglare.

A doua dificultate este legată de participarea mai multor agregate la procesul de reglare automată a frecvenţei, ceea ce necesită o coordonare a funcţionării regulatoarelor acestor agregate.

Prima problemă, a stabilității procesului de reglare, a fost rezolvată în diferite moduri. Astfel în construcția regulatorului automat de frecvență al inginerului P.P. Ostrîi, a fost adoptat principiul reglării discontinuie, cu impulsuri proporționale cu deviația frecvenței, asigurîndu-se prin aceasta un proces de reglare nu numai stabil, dar chiar aperiodic.

In construcția regulatorului lui A.G. Moscaliov este prevăzut un element de stabilizare sub forma unei reacții (legături inverse) negative, introdusă în jurul cîtorva elemente ale schemei regulatorului de frecvență.

A doua problemă, a participării mai multor agregate la procesul de reglare, se rezolvă introducînd în criteriul de reglare și alți parametri, în afara deviațiilor frecvenței, realizîndu-se astfel o reglare combinată, cum este de exemplu reglarea combinată frecvență-putere, sau reglarea combinată frecvență-timp electric.

Elementele sensibile ale regulatoarelor de frecvență se bazează de regulă pe principiul rezonanței curenților sau tensiunilor. Ele sînt alcătuite fie din simple conture de rezonanță, fie din filtre.

Elementele amplificatoare folosite în reglarea frecvenței sînt releele, amplificatoarele magnetice, amplificatoarele cu tuburi electronice și amplidina.

Elementul de execuție al regulatorului de frecvență este reprezentat de servomotorul electric al regulatorului de viteză.

b) **Descărcarea automată la suprasarcină.** In regim normal de funcționare, deficitul de putere activă care poate apare în sistemul energetic, datorită creșterii neprevăzute a sarcinii consumatorilor, poate fi acoperit prin utilizarea agregatelor de rezervă.

In caz de avarie, de exemplu declanșarea unui generator de putere mare, scăderea frecvenței este rapidă și nu mai este posibilă conectarea în timp util a rezervelor.

Pentru a împiedica în regim de avarie scăderea frecvenței sub limita admisă de buna funcționare a serviciilor interne din centrale electrice, se folosește declanșarea automată a unei părți a consumatorilor, restabilindu-se astfel echilibrul puterilor active.

Această operație se numește descărcarea automată la suprasarcină a sistemului energetic.

Dispozitivele de descărcare automată la suprasarcină au mai multe trepte de funcționare. Se recomandă să existe cel puțin cinci trepte, între 48 și 45 Hz. Prima treaptă comandă declanșarea consumatorilor de cea mai mică importanță, iar următoarele trepte declanșează alți consumatori, tot în ordinea importanței.

Dispozitivele de descărcare automată la suprasarcină (DAS) se repartizează în cuprinsul sistemului energetic.

In fiecare caz trebuie calculată puterea care urmează să fie deconectată, astfel ca frecvența să fie menținută în limitele stabilite.

Organul de demaraj al dispozitivelor DAS este format dintr-un releu de frecvență, construit, ca și elementele sensibile ale regulatoarelor de frecvență, pe principiul rezonanței tensiunilor sau curenților.

Pentru obținerea unor rezultate mai bune în funcționarea dispozitivelor DAS, se recomandă combinarea impulsului transmis de deviația frecvenței cu un impuls suplimentar transmis de viteza de variație a frecvenței, utilizîndu-se un dispozitiv pentru obținerea unei mărimi proporționale cu valoarea derivatei frecvenței.

In Uniunea Sovietică, în sistemele energetice în care există hidrogeneratoare, se folosește în ultimul timp pornirea lor automată și conectarea la rețea în cazul scăderii frecvenței și se recomandă ca această pornire automată a hidrogeneratoarelor să se efectueze după viteza de variație a frecvenței.

II. Automatizări de zonă

a) **Reglarea automată a tensiunii și a puterii reactive.** După cum variațiile de frecvență caracterizează echilibrul dintre puterea activă produsă și puterea activă pe care o necesită în momentul respectiv consumatorii, tot astfel variațiile de tensiune caracterizează echilibrul dintre puterea reactivă produsă și puterea reactivă pe care o necesită în momentul respectiv consumatorii.

In funcție de variațiile puterii reactive necesitată de consumatori, trebuie ca excitația generatoarelor și a compensatoarelor sincrone să fie reglată pentru menținerea echilibrului puterilor reactive spre a se evita variații ale tensiunii.

Reglarea tensiunii are importanță hotărîtoare în regim de avarie, cînd variațiile de tensiune sînt importante și generatoarele pot ieși din sincronism, ajungîndu-se la pierderea stabilității sistemului electric.

Reglarea tensiunii efectuată manual nu dă rezultate satisfăcătoare nici în regimul normal și cu atît mai puțin în regimul de avarie, întrucît personalul de serviciu nu poate asigura rapiditatea și exactitatea reglării.

De asemenea reglarea automată a tensiunii mai are ca scop repartizarea convenabilă a sarcinii totale reactive, a sistemului, între diferitele centrale și agregate care funcționează în paralel.

Cele mai importante categorii de regulatoare de tensiune sînt următoarele :

1. *Regulatoarele cu presiune* (discuri de cărbune). Acest tip de regulator este compus dintr-o coloană de discuri de cărbune intercalate în circuitul de excitație al excitatoarei.

Rezistența coloanei de discuri de cărbune variază prin variația presiunii mecanice exercitată asupra sa de către un electromagnet, excitat de mărimea tensiunii generatorului, și de un arc antagonist.

La scăderea tensiunii va creşte presiunea aplicată coloanei de cărbune şi rezistenţa coloanei va scădea, iar ca urmare curentul de excitaţie va creşte, readucînd tensiunea la valoarea normală.

In cazul creşterii tensiunii acţiunea regulatorului se desfăşoară în mod invers.

Acest tip de regulator este un regulator simplu, economic, dar are o funcţionare grosieră şi nu poate fi folosit decît la generatoare de mică putere.

2. *Regulatoarele cu vibraţie.* Funcţionarea acestor regulatoare se bazează pe scurtcircuitarea periodică a unei rezistenţe intercalate în circuitul de excitaţie al excitatoarei.

Dacă frecvenţa vibraţiilor regulatorului este suficient de mare, tensiunea produsă la bornele generatorului va fi constantă. Valoarea tensiunii va depinde de raportul între intervalul de timp în care contactele de scurtcircuitare sînt deschise şi intervalul de timp în care aceste contacte sînt închise.

3. *Regulatoarele reostatice.* In acest caz reglarea automată a tensiunii se efectuează prin variaţia continuă a rezistenţei din circuitul de excitaţie al excitatoarei, în funcţie de variaţiile tensiunii la bornele generatorului.

In practică este răspîndit tipul de regulator reostatic cu sectoare rostogolitoare.

La aceste regulatoare este scurtcircuitată o parte mai mică sau mai mare a rezistenţei din circuitul de excitaţie a excitatoarei, în funcţie de poziţia sectorului rostogolitor, comandată de tensiunea generatorului.

4. *Regulatoarele electronice.* Aceste regulatoare produc variaţia excitaţiei generatorului prin alimentarea înfăşurării de excitaţie a excitatoarei cu un curent suplimentar, proporţional cu variaţia tensiunii sau curentului din statorul generatorului.

Regulatorul electronic este foarte sensibil şi nu conţine organe mobile. In schimb este lipsit de robusteţe, necesită o sursă auxiliară de tensiune şi prezintă posibilitatea de defectări ale tuburilor electronice. De aceea regulatoarele electronice au o utilizare restrînsă.

5. *Regulatoarele de compundare.* La aceste regulatoare forţa magnetomotoare a excitaţiei depinde de curentul debitat de statorul generatorului.

Pentru a se obţine acest lucru se utilizează fie o înfăşurare suplimentară de excitaţie, în care se trimite curentul redresat proporţional cu curentul debitat de generator, fie acest curent de compundare se suprapune peste curentul de excitaţie propriu zis într-o înfăşurare de excitaţie unică, comună.

Pentru îmbunătăţirea funcţionării regulatorului de compundare se adaugă un corector de tensiune, datorită căruia curentul suplimentar devine dependent şi de valoarea tensiunii produsă la bornele generatorului.

Corectorul de tensiune se realizează fie pe principiul electronic (cu tuburi electronice), fie electromagnetic (cu amplificatoare magnetice). Această din urmă variantă este cea mai răspîndită.

Reglarea automată a tensiunii în reţele se efectuează cu ajutorul transformatoarelor cu prize reglabile sub sarcină şi a condensatoarelor, automatizîndu-se schimbarea sub sarcină a prizelor la transformatoare şi deconectarea elementelor bateriei de condensatoare.

b) **Forţarea excitaţiei generatoarelor şi compensatoarelor sincrone.** In regimul de scurtcircuit regulatoarele de tensiune sezisează scăderea tensiunii şi caută s-o reducă la valoarea normală, mărind astfel curentul de excitaţie şi prin aceasta şi curentul debitat spre locul scurtcircuitului.

Multă vreme această comportare a regulatoarelor de tensiune în regim de scurtcircuit, a fost socotită ca dăunătoare şi de evitat, considerîndu-se că ea conduce la agravarea scurtcircuitului şi impune condiţii de funcţionare mai grele generatoarelor şi aparatajului de întrerupere.

Tehnica sovietică modernă a introdus însă o linie nouă în această materie, pornind de la constatarea că utilizarea în caz de scurtcircuit a curentului maxim ce poate fi furnizat de excitatoare prin forţarea excitaţiei, sporeşte în mod considerabil stabilitatea funcţionării în paralel a centralelor sistemului energetic, asigură o restabilire rapidă a tensiunii, după eliminarea scurtcircuitului, şi conduce la o mărire a posibilităţii unei funcţionări corecte a protecţiei prin relee.

Astfel, în această concepţie, regulatoarele automate de tensiune au un rol fundamental nu atît în preluarea micilor variaţii obişnuite de tensiune din funcţionarea normală, cît în creşterea excitaţiei generatoarelor pînă la valoarea maximă, de plafon, în cazul tuturor avariilor însoţite de o scădere a tensiunii, pentru a asigura stabilitatea funcţionării în paralel în timpul scurtcircuitului şi o restabilire rapidă a tensiunii după eliminarea scurtcircuitului.

Dispozitivul de forţare a excitaţiei se realizează în general cu un releu de tensiune minimă; acesta acţionează un releu intermediar, care scurtcircuitează rezistenţele din circuitul de excitaţie al excitatoarei.

La noi în ţară, odată cu punerea în funcţiune a noilor centrale din planul de electrificare, echipate cu utilaj modern sovietic, s-au pus în funcţiune şi regulatoare de compundare, prevăzute cu dispozitive de forţare a excitaţiei.

De asemenea începînd din anul 1953 s-a introdus forţarea excitaţiei şi la generatoarele mari din sistemul energetic „Muntenia", care mai înainte erau prevăzute cu regulatoare de tensiune ce nu asigurau forţarea excitaţiei.

După mai bine de un an de funcţionare a acestor instalaţii se pot trage următoarele concluzii:

1. Prin introducerea forţării excitaţiei, stabilitatea sistemului energetic „Muntenia" a

crescut simțitor, numărul avariilor totale de sistem reducîndu-se aproape complet.

2. Cazurile de declanșare neselectivă a generatoarelor , ca urmare a pierderii sincronismului cu ocazia scurtcircuitelor, care au fost foarte frecvente în trecut, au dispărut aproape cu desăvîrșire.

Pe baza acestor considerente, „Prescripțiile de exploatare tehnică a centralelor și rețelelor electrice", introduse de Ministerul Energiei Electrice și Industriei Electrotehnice prevăd că toate generatoarele și compensatoarele sincrone să fie prevăzute cu dispozitive de forțare a excitației, iar generatoarele de puteri egale sau mai mari decît 3 000 kW și compensatoarele sincrone trebuie prevăzute cu regulatoare automate de tensiune.

III. Automatizări locale

a) **Anclanșarea automată a alimentării de rezervă.** Anclanșarea automată a alimentării de rezervă (AAR) reprezintă înlocuirea automată a unei surse de alimentare în care are loc o avarie, prin sursa de alimentare de rezervă, astfel încît consumatorii să-și poată continua funcționarea în bune condiții.

AAR se utilizează la majoritatea consumatorilor, a căror întrerupere chiar de scurtă durată ar putea produce pagube importante. Astfel este cazul serviciilor interne ale centralelor electrice, al unor intreprinderi industriale (filaturi, țesătorii, industria chimică) și altele.

Cele mai frecvente scheme de AAR, prevăd înlocuirea sursei avariate printr-un transformator de rezervă, printr-o linie de rezervă sau prin închiderea unei cuple de rezervă.

O mare importanță are rapiditatea funcționării dispozitivului de AAR, pentru a se evita perturbarea completă a procesului tehnologic din instalația alimentată cu energie electrică.

AAR a găsit o largă aplicare în centralele electrice, deoarece AAR reprezintă o măsură foarte eficace pentru mărirea siguranței de funcționare a centralelor electrice și deci pentru asigurarea aprovizionării cu energie electrică a consumatorilor. Astfel serviciile interne ale centralelor sînt prevăzute cu dispozitive de AAR deoarece în cazul defectării sursei de serviciu de alimentare, oprirea serviciilor interne ar putea conduce la oprirea întregii centrale electrice, deci la avarii de proporții mari.

Ca exemplu de eficacitate a funcționării dispozitivelor de AAR se poate arăta că în Uniunea Sovietică, în anul 1953, din 630 de acționări a dispozitivelor de AAR 95,6% au fost reușite.

La noi în țară o serie de centrale electrice noi sînt prevăzute cu dispozitive de AAR.

b) **Reanclanșarea automată rapidă.** Majoritatea scurtcircuitelor pe liniile de transport aeriene iau naștere datorită supratensiunilor de origină atmosferică, apropierii conductelor, conductorilor, izolatorilor, datorită apăsărilor și așa mai departe.

Experiența de exploatare arată că cea mai mare parte a scurtcircuitelor în rețelele aeriene au un caracter trecător, deoarece după deconectarea porțiunii defecte izolația se restabilește în locul defect și linia poate fi repusă în funcțiune.

Reanclanșarea liniei după deconectarea ei poate fi automatizată și dispozitivele corespunzătoare poartă denumirea de dispozitive de reanclanșare automată rapidă (RAR).

Dispozitivele RAR se montează pe linii radiale, precum și în rețelele buclate. Ele se întrebuințează atît la rețelele aeriene, cît și la cele mixte (aeriene și în cablu).

In general dispozitivul RAR reanclanșează toate trei fazele (RAR trifazată).

In rețelele cu neutrul pus direct la pămînt se utilizează dispozitivele RAR care reanclanșează și o singură fază (RAR monofazată).

De cele mai multe ori dispozitivele RAR acționează o singură dată.

In unele cazuri se utilizează dispozitive RAR cu 2 reanclanșări; respectiv dacă după prima reanclanșare automată protecția prin relee a liniei comandă o nouă deconectare, dispozitivul RAR dă un nou impuls pentru reanclanșarea liniei.

O a treia reanclanșare are în general eficacitate redusă și de aceia introducerea ei nu este rațională.

Din datele statistice asupra funcționării dispozitivelor RAR în sistemele energetice ale Ministerului centralelor electrice din U.R.S.S. rezultă că în anul 1953 circa 70% din numărul total de funcționări ale RAR trifazate au repus linia în funcțiune.

In general acțiunea dispozitivelor de RAR trebuie coordonată cu acțiunea dispozitivelor de protecție prin relee.

In cazul utilizării dispozitivului RAR pe linii alimentate de la ambele capete, trebuie introdus de obicei un dispozitiv suplimentar de verificare a sincronismului.

In ultimul timp în Uniunea Sovietică s-a trecut la folosirea, în anumite condiții, a RAR nesincronă, pentru o serie de linii care leagă centralele cu sistemul energetic sau sisteme energetice între ele.

RAR trifazată are neajunsul că deconectarea tuturor celor 3 faze duce la întreruperea completă a transportului de energie pe linia respectivă și, ca urmare, duce la întreruperea alimentării consumatorilor și la posibilitatea pierderii sincronismului între centralele interconectate printr-o singură linie.

Pe de altă parte, marea majoritate a defectelor pe liniile de înaltă tensiune sînt defecte monofazate.

Acest lucru a condus la introducerea RAR monofazate, deconectîndu-se numai faza defectă, fără întreruperea completă a transportului de energie, celelalte două faze continuînd să rămînă în serviciu.

Acolo unde este necesar, RAR monofazată poate să execute şi trecerea automată a liniei la funcţionarea cu un conductor întrerupt, adică în regimul „două faze — pămînt", atunci cînd defectul de pe faza reanclanşată este persistent.

Dispozitivele de RAR monofazate prezintă o serie de dificultăţi în realizare şi anume necesitatea introducerii unor selectoare pentru determinarea fazei defecte, necesitatea existenţei întreruptoarelor separate pe fiecare fază, cu acţionare individuală.

De aceea RAR monofazată se utilizează numai atunci cînd prezintă avantaje apreciabile în comparaţie cu RAR trifazată, care este mai simplă.

Trebuie menţionat că, în ultimul timp, domeniul de aplicare al RAR s-a extins foarte mult în U.R.S.S. Astfel RAR a început să fie folosită nu numai la linii aeriene sau de cablu, ci şi la barele staţiilor, la transformatoarele din staţii (în cazul cînd există un singur transformator în staţie) şi la consumatorii deconectaţi în perioada scăderii frecvenţei şi care sînt reconectaţi automat după restabilirea frecvenţei.

La noi în ţară un mare număr de linii de transport su fost prevăzute cu dispozitive de RAR, livrate de Uniunea Sovietică. Sînt instalate atît dispozitive mecanice de RAR, cît şi dispozitive electrice.

c) **Sincronizarea automată a generatoarelor.** Sincronizarea generatoarelor se poate face manual sau automat, sau poate fi parţial automatizată.

Există două metode de sincronizare automată :

1. Generatorul excitat se conectează la reţea după reglarea exactă a tensiunii, a vitezei de rotaţie şi a fazei tensiunii sale.

2. Generatorul neexcitat se conectează la reţea după o egalizare grosieră a frecvenţei şi imediat i se aplică rotorului excitaţia, generatorul fiind astfel atras în sincronism.

Prima metodă se numeşte „sincronizare exactă", iar a doua metodă se numeşte „sincronizare aproximativă", sau „autosincronizare".

In condiţii normale de funcţionare a sistemului energetic, sincronizarea exactă se poate face cu şoc mic de curent şi putere.

In condiţii de avarie, numărul greşelilor de sincronizare creşte şi este posibil chiar şi refuzul sincronizatorului automat exact.

In cazul cînd frecvenţa oscilează, procesul de egalizare a frecvenţelor poate dura foarte mult.

De asemenea, în cazul defectării sincronizatorului există pericolul de anclanşare în contrafază.

Autosincronizarea prezintă mari avantaje faţă de sincronizarea exactă, atît în privinţa rapidităţii conectărilor generatorului, cît şi în privinţa simplităţii execuţiei.

Aparatajul necesar la autosincronizare este mult mai simplu, el reducîndu-se de obicei la un releu de verificare a alunecării şi la cîteva relee obişnuite.

Autosincronizarea mai prezintă mari avantaje prin aceea că practic se realizează tot atît de rapid în condiţiile de avarie, cît şi în condiţiile normale.

In centralele noi din ţara noastră, echipate cu utilaj sovietic — cum sînt, de exemplu termocentrala de la Sîngeorgiu şi hidrocentrala Sadu V — sînt instalate dispozitive de sincronizare automată sau semi-automată.

De asemenea, în multe centrale de putere mai mică s-a trecut la folosirea metodei de autosincronizare.

d) **Protecţia prin relee.** Protecţia prin relee a sistemelor electrice formează un domeniu foarte vast şi de sine stătător în cadrul automatizărilor folosite în procesul de producţie al energiei electrice.

Rolul protecţiei prin relee constă în lichidarea automată şi cît mai rapidă a avariilor apărute în diferitele elemente ale sistemului electric, preîntîmpinîndu-se astfel extinderea avariilor şi distrugerea elementului avariat, restabilindu-se în acelaşi timp un regim normal de funcţionare al sistemului energetic.

Pentru protecţia reţelelor complexe de înaltă tensiune şi a liniilor de transport de mare lungime, în Uniunea Sovietică au fost elaborate şi realizate scheme perfecţionate de protecţii de distanţă şi de protecţii prin înaltă frecvenţă.

In ultimii ani protecţiile de distanţă au fost introduse la un mare număr de linii de 110kV de la noi din ţară.

IV. Automatizări de elemente

Din categoria acestor automatizări fac parte : automatizarea hidroagregatelor, a instalaţiilor hidrotehnice şi a instalaţiilor auxiliare din centralele hidroelectrice, precum şi automatizarea instalaţiilor de cazane din centralele termoelectrice. Automatizarea hidroagregatelor cuprinde pornirea şi oprirea lor automată,

comandată prin simpla apăsare a unui buton. La instalațiile de cazane, se automatizează reglarea alimentării cazanelor, reglarea procesului de ardere și reglarea temperaturii aburului produs de cazan.

Reglarea alimentării se efectuează în funcție de nivelul apei, reglarea procesului de ardere se face în funcție de presiunea în cazan, iar reglarea temperaturii aburului are ca scop menținerea unei valori constante a temperaturii.

La centrala de la Sîngeorgiu, instalațiile de cazane sînt utilate cu dispozitive de reglare automată. La hidrocentrala Moroeni și la hidrocentrala Sadu V, hidroagregatele sînt prevăzute cu dispozitive de automatizare. Se prevede ca hidrocentrala Sadu V să fie și telemecanizată, urmînd să funcționeze fără personal de deservire.

Datorită caracteristicilor specifice care deosebesc procesul de producție al energiei electrice de celelalte procese de producție, automatizarea își găsește în acest domeniu un cîmp foarte vast de aplicație și în stadiul actual de dezvoltare nu se pot concepe sisteme energetice moderne fără folosirea automatizărilor.

Pe măsura dezvoltării sistemelor energetice, automatizarea și telemecanizarea vor fi introduse pe scară din ce în ce mai largă în procesul de producție al energiei electrice, reducîndu-se din ce în ce participarea directă a omului pentru conducere și control.

In viitor, funcționarea uriașelor sisteme energetice interconectate va fi condusă și controlată prin dispozitive automate și telemecanice de la punctul de dispecer. Mașini automate de calculat vor determina regimul optim de funcționare al întregului sistem, iar dispozitivele de reglare automată vor menține acest regim atît în ansamblul sistemului energetic, cît și în centralele electrice componente.

Punerea în funcțiune în Uniunea Sovietică a primei centrale atomo-electrice deschide de asemenea un cîmp larg pentru folosirea dispozitivelor de automatizare în procesul de producție al energiei electrice din centralele electrice care folosesc combustibil nuclear.

★

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Резюме

Приводится классификация автоматизации применяемой в энергетических системах, причем рассматриваются основные актуальные вопросы общей, зональной и местной автоматизации в энергетических системах. Указывается текущее положение в области применения различных видов автоматизации в энергетических системах нашей страны.

★

DIE AUTOMATISIERUNG DER ERZEUGUNGSPROZESSEN IN DER ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT

Der Aufsatz bringt eine Einteilung der in den elektrischen Netzen verwendeten Automatisierungen, wobei die gegenwärtigen Hauptfragen, im Rahmen der Gesamt-zonalen-und örtlichen Automatisierungen der elektrischen Netze, geprüft, und das Anwendungsstadium der einzelnen Automatisierungen in den elektrischen Netzen unseres Landes angegeben werden.

Reanclanşarea automată a liniilor electrice principale care alimentează motoarele pompelor de adîncime

I. HUHULEA

In acest articol se tratează o problemă de actualitate privitoare la reanclanşarea automată în grup a motoarelor electrice care acţionează pompele de adîncime. După cîteva consideraţii generale autorul trece în revistă realizările sovietice şi apoi descrie un dispozitiv de reanclanşare automată pe linii, conceput după lucrările sovietice şi adaptat la condiţiile de lucru din regiunea noastră petroliferă. In concluzie se dau indicaţii privitoare la ameliorarea aparatajului existent şi se fac propuneri pentru îmbunătăţirea condiţiilor de aplicare a dispozitivelor de reanclanşare automată.

Dispozitivele de reanclanşare automată au ca scop pornirea automată a motoarelor electrice care acţionează pompele de adîncime, de îndată ce au dispărut cauzele unei întreruperi de curent sau a unei scăderi anormale de tensiune în sistemul energetic. Prin aplicarea acestor dispozitive se reduce durata opririi pompelor de adîncime şi prin aceasta se reduc la minimum pierderile în extracţia ţiţeiului.

Dispozitivul de reanclanşare automată poate fi aplicat individual adică la fiecare instalaţie de pompă de adîncime în parte sau la un grup de mai multe instalaţii.

Pornirea automată individuală este indicată numai în cazul unităţilor grele cu pornire anevoioasă şi de lungă durată. In toate celelalte cazuri se impune reanclanşarea automată a liniilor principale prin care se realizează pornirea simultană a unui grup de unităţi de pompaj, alimentate de aceeaşi linie principală.

Numărul unităţilor care pot fi grupate pe aceeaşi linie principală depinde de puterea unitară a motoarelor, de lungimea şi secţiunea liniei precum şi de puterea instalată a postului de transformare.

La aplicarea pe teren a dispozitivelor de reanclanşare automată se întîmpină unele dificultăţi de natură mecanică sau energetică.

Din punct de vedere mecanic, unităţile de pompaj nu pot fi echilibrate în toate cazurile în mod satisfăcător şi din această cauză pornirea lor devine anevoioasă.

Ţinînd seama de condiţiile grele de pornire ale unităţilor de pompaj, este indicat ca motoarele acestor instalaţii să fie protejate cu întrerupătoare automate, cu relee termice de suprasintensitate şi cu relee electromagnetice de protecţie contra curentului de scurtcircuit. In acest mod se evită declanşarea automatului în perioada de pornire a motorului.

Toate pompele de adîncime sînt acţionate cu motoare asincrone trifazice cu rotorul în scurtcircuit 750 rot/min de puteri unitare 8—45 kW avînd, la tensiunea normală un cuplu de pornire de circa 1,5 ori cuplul nominal şi un curent de pornire de circa 5,5 ori curentul nominal. Din motive tehnico-economice şi organizatorice atît în cazul pornirii manuale cît mai ales în cazul reanclanşării automate, toate aceste motoare sînt prevăzute pentru pornire directă la tensiunea plină a reţelei. Din punct de vedere energetic dificultăţile care se ivesc în calea aplicării reanclanşării automate a liniilor provin din cauza curentului considerabil absorbit în momentul pornirii simultane a mai multor motoare alimentate de aceeaşi linie sau a mai multor linii principale alimentate de staţii de transformare diferite însă conectate la acelaşi feeder de înaltă tensiune.

Curentul mare de pornire provoacă o cădere mare de tensiune la bornele motoarelor, deci o mişcorare apreciabilă a cuplului de pornire al acestora şi în acelaşi timp o supraîncărcare momentană a întregului sistem energetic.

Cuplul de pornire M_p al motorului electric este direct proporţional cu cuplul nominal M_n la tensiunea normală U_n, respectiv cu puterea nominală P, precum şi cu patratul tensiuni la borne U_m.

Insemnînd apoi cu :

n — turaţia normală a motorului ;

K_c — multiplul cuplului de pornire la tensiunea normală, circa 1,5 ;

Z_m — impedanţa motorului la pornire ;

Z_L — impedanţa liniei de alimentare a motorului.

Obţinem următoarele relaţii :

$$M_p = K_c \left(\frac{U_m}{U_n}\right)^2 \; M_n = K_c \left(\frac{Z_m}{Z_m + Z_L}\right)^2 \cdot M_n ;$$

$$M_p^{m\,kg} = K_c \left(\frac{Z_m}{Z_m + Z_L}\right)^2 \cdot 974 \, \frac{P \; kW}{n \; \text{rot/min}} .$$

Cunoscînd multiplul curentului de pornire la tensiunea nominală se poate calcula impedanța Z_m a motorului cu rotorul oprit.

De asemenea admițînd un factor de putere la pornire de 0,4 se poate calcula impedanța liniei Z_L.

In fig. 1 sînt trasate curbele $M_p = f(P)$ pentru motoare de 500 V iar în fig. 2 pentru motoare

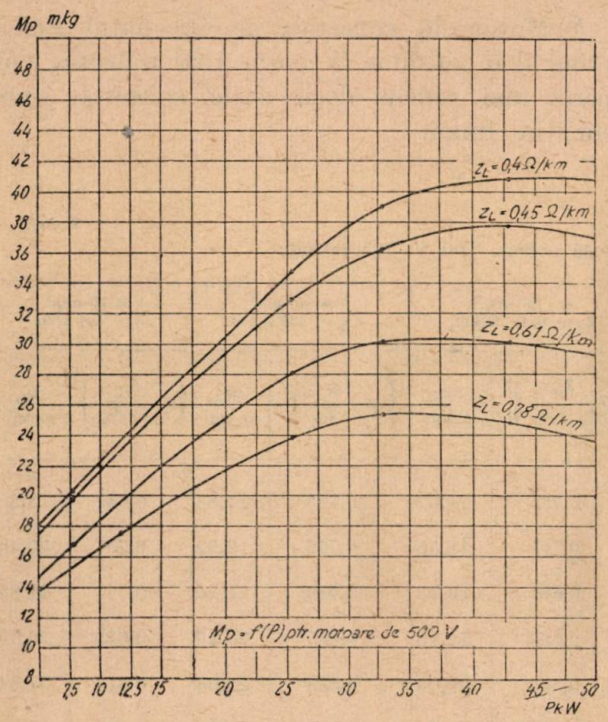


Fig. 1.

de 1 000 V 750 rot/min, luînd în ambele cazuri ca parametru impedanța liniei Z_L/km.

Punctele curbelor au fost calculate cu datele motoarelor S.S.M. folosite la pompele de adîncime, pentru secțiuni de linii uzuale și rezultatele sînt trecute în tabelele 1 și 2.

Din aceste curbe constatăm că în cazul tensiunii de 500 V, pentru motoare de 7,5 — 45 kW și pentru o lungime de linie de 1 km cu conductori de cupru de 16—70 mm² nu se poate obține întotdeauna mărirea cuplului de pornire, cerut de unitățile de pompaj, prevăzînd motoare de puteri mai mari, deoarece de la o anumită putere în sus, cuplul de pornire începe să scadă.

In aceleași condiții în cazul tensiunii de 1 000 V, cuplul crește mereu în funcție de puterea unitară a motoarelor fără ca să treacă printr-un maximum ca în cazul motoarelor de 500 V.

Prin urmare din punct de vedere tehnico-economic la tensiunea de 1000 V se pot crea condiții de pornire ale motoarelor mult mai favorabile decît la 500 V.

Tinînd seama de aceste considerațiuni se va căuta în primul rînd să se realizeze condițiile necesare pentru ca motorul să poată dezvolta cuplul de pornire cerut și în același timp să accelereze masele în mișcare în așa fel ca viteza normală să fie atinsă într-un timp mai scurt decît timpul pentru care sînt reglate releele de supraintensitate.

In privința solicitării utilajelor, menționăm că un transformator care funcționează în serviciu normal cu 80% din puterea sa nominală poate suporta timp de 15 minute o suprasarcină de 50% care se poate repeta la intervale lungi.

In practică, suprasarcina transformatoarelor va fi de scurtă durată și limitată la 40% din puterea lor nominală deoarece releele automatelor de protecție sînt reglate la 3 secunde pentru 1,4 ori curentul nominal al transformatorului.

Intrerupătoarele automate care protejează motoarele pompelor de adîncime și transformatorii de lumină sînt pevăzute numai cu relee

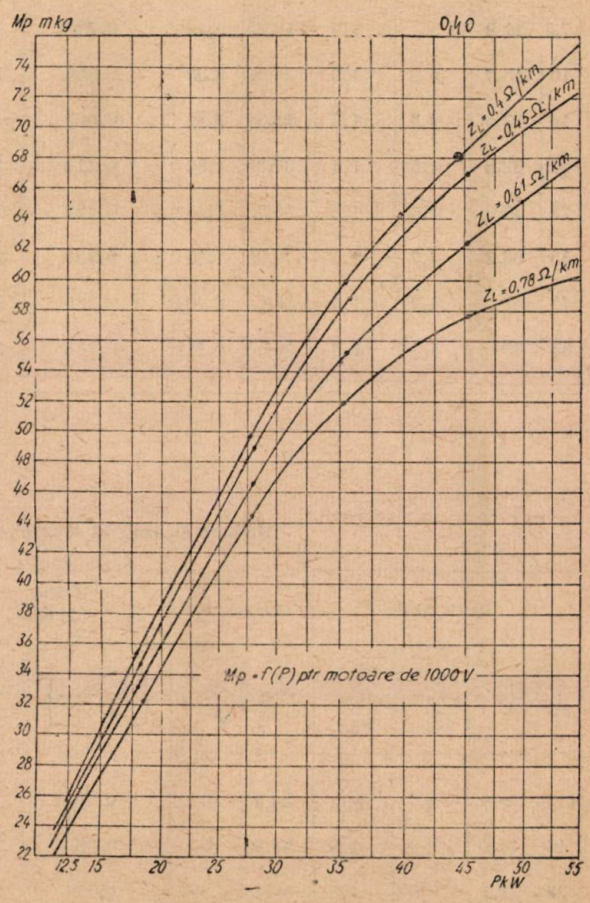


Fig. 2.

de supraintensitate și cu relee electromagnetice contra curentului de scurtcircuit pe cînd întrerupătoarele automate ale motoarelor de

la toate celelalte instalații (foraj, stații de compresoare, de apă, de țiței, fricțioane, ateliere etc.) sînt prevăzute atît cu relee de suprainten-sitate cît și cu releu de tensiune minimală.

In acest mod numai motoarele pompelor de adîncime și transformatorii de lumină vin în considerație în momentul reanclanșării automate a liniilor, pe cînd toate celelalte instalații fiind deservite manual pornirea motoareor va fi decalată în timp după proptitudinea intervenției personalului de serviciu.

De asemenea s-a constatat că vîrful rezultant al curentului în cazul pornirii în bloc a motoarelor alimentate de aceeași linie, este mai mic decît suma aritmetică a curenților de pornire a motoarelor și durata curentului de vîrf este mult mai scurtă decît durata pornirii tuturor motoarelor, pentru următoarele motive :

a) Motoarele alimentate de aceeași linie sînt de construcții și mărimi diferite și deci cu timpi de pornire diferiți.

b) Motoarele conectate la începutul liniei, primind o tensiune la borne mai ridicată, vor porni mai repede decît acele conectate spre sfîrșitul liniei.

Tabela 1

Motoare cu rotor scurtcircuit în simplă colivie, 500 V, 725 rot/min

Datele fabricii				Data calculate		$s = 16$ mm² $Z_L = 0{,}78$ Ω /km.		$s = 25$ mm² $Z_L = 0{,}61$ Ω/km		$s = 50$ mm² $Z_L = 0{,}45$ Ω/km		$s = 70$ mm² $Z_L = 0{,}4$ Ωkm	
P kW	I_n A	$K_i = \frac{I_p}{I_n}$	$K_c = \frac{M_p}{M_n}$	M_{np} m kg	Z_m Ω	$\left(\frac{Z_m}{Z_m+Z_L}\right)^2$	M_p m kg	$\left(\frac{Z_m}{Z_m+Z_L}\right)^2$	M_p m kg	$\left(\frac{Z_m}{Z_m+Z_L}\right)^2$	M_p m kg	$\left(\frac{Z_m}{Z_m+Z_L}\right)^2$	M_p m kg
7,3	12,9	5	1,9	19,25	4,48	0,725	13,96	0,775	14,92	0,825	17,88	0,842	18,2
10	16,7	5,2	1,9	25,68	3,33	0,656	16,85	0,715	18,36	0,776	19,92	0,797	20,46
14	23,2	4,3	1,5	28,38	2,89	0,62	17,6	0,681	19,33	0,749	21,25	0,771	21,88
20	32,3	4,5	1,4	37,85	1,99	0,516	19,53	0,586	22,18	0,665	25,17	0,693	26,09
28	43,3	4,6	1,5	56,75	1,45	0,422	23,95	0,495	28,09	0,583	33,08	0,614	34,84
35	53,2	4,7	1,5	70,95	1,15	0,355	25,19	0,427	30,3	0,516	36,61	0,550	39,0
45	68	4,7	1,4	85,0	0,904	0,288	24,48	0,356	30,26	0,445	37,82	0,479	40,72
83	83	4,7	1,3	96,53	0,741	0,238	22,97	0,301	29,05	0,387	37,36	0,422	40,73

Tabela 2

Motoare cu rotorul scurtcircuit în simplă, colivie 1000 V 725 rot/min

Datele fabrici				Date calculate		$s = 16$ mm² $Z_L = 0{,}78$ Ω/km		$s = 25$ mm² $Z_L = 0{,}61$Ω/km		$s = 50$ mm² $Z_L = 0{,}45$Ω/km		$s = 70$mm² $Z_L = 0{,}4$Ω/km	
P kW	I_n A	$K_i = \frac{I_p}{I_n}$	$K_c = \frac{M_{np}}{M_n}$	M_{np} m kg	Z_m Ω	$\left(\frac{Z_m}{Z_m+Z_L}\right)^2$	M_p m kg	$\left(\frac{Z_m}{Z_m+Z_L}\right)^2$	M_p m kg	$\left(\frac{Z_m}{Z_m+Z_L}\right)^2$	M_p m kg	$\left(\frac{Z_m}{Z_m+Z_L}\right)^2$	M_p m kg
11,5	9,8	4,7	1,6	24,83	10,5	0,881	21,87	0,894	22,2	0,919	22,8	0,928	23,04
18	14,8	4,9	1,6	38,88	8	0,83	32,27	0,864	33,6	0,895	34,8	0,907	35,26
28	21,7	4,6	1,5	56,75	5,8	0,777	44,1	0,818	46,42	0,861	48,86	0,875	49,65
35	26,5	4,7	1,5	70,95	4,64	0,733	52	0,781	55,4	0,831	58,96	0,847	60,09
45	34	4,7	1,4	85,0	3,61	0,676	57,46	0,732	62,22	0,791	67,23	0,81	68,85
55	41,5	4,7	1,3	96,53	2,96	0,626	60,43	0,687	66,31	0,753	72,58	0,775	77,81

c) Parametrii unităților de pompaj creiază diferențe de timp la pornire.

Toate aceste împrejurări au o influență favorabilă în ceea ce privește solicitarea transformatoarelor, și puterea cerută sistemului energetic.

1. Schemele dispozitivelor de reanclanșare automată a liniilor care alimentează pompele de adîncime

Inginerii sovietici au elaborat mai multe scheme simple și ingenioase pe care le vom expune aici pe scurt, deoarece acestea au fost descrise pe larg în revistele sovietice de specialitate.

Ing. F. M. Ahundov propune montarea pe fiecare linie cu excepția primei, a unui contactor a cărui bobină electromagnetică este comandată printr-un releu de timp.

Schema a fost realizată în două variante. In prima variantă se montează pe fiecare linie, cu excepția primei linii, un contactor și releul de timp respectiv. In acest caz releele se reglează cu întîrzieri diferite astfel că reanclanșarea automată a liniilor se efectuează succesiv în ordinea reglajului stabilit de exemplu la 10, 20, 30 . . . *s*.

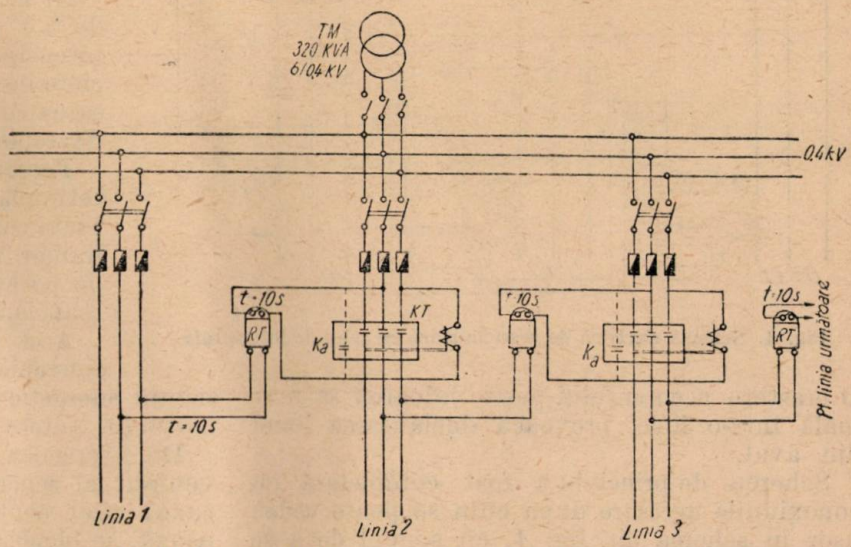


Fig. 3. Schema electrică a reanclanșării automate cu relee de timp

Această variantă asigură o funcționare stabilă a dispozitivului de reanclanșare automată însă necesită o gamă intensă de reglaj a releelor de timp.

In a doua variantă, după cum se arată în schema din fig. 3 se montează un contactor *K.T.* pe fiecare linie afară de prima și un releu de timp *R.T.* pe fiecare linie afară de ultima.

Releul de timp montat pe prima linie care primește curent fără întîrziere, comandă contactorul montat pe linia a doua, iar releul de timp montat după contactorul liniei a doua comandă contactorul liniei următoare. Releele se reglează pentru aceeași întîrziere de exemplu 10—15 s și în acest fel liniile se reanclanșează succesiv la intervale egale de 10—15 s după reglajul stabilit.

Această variantă nu poate asigura o funcționare stabilă deoarece anclanșarea unei linii este comandată de releul liniei din amonte și din această cauză un defect sau o întrerupere de curent pe o linie provoacă declanșarea liniilor din aval.

Se poate realiza o funcționare stabilă a dispozitivului dacă se completează schema cu conexiunea reprezentată în linie punctată. Contactul auxiliar K_a cu care este prevăzut contactorul se închide odată cu anclanșarea liniei și din acel moment, alimentarea bobinei electro-magnetice a contactorului nu mai depinde de releul montat pe linia din amonte.

Schema ing. F. M. Ahundov, după care reanclanșarea succesivă a liniilor se efectuează la intervale de timp egale fixate dinainte, este simplă și asigură o funcționare stabilă, însă nu se poate adapta bine în toate cazurile deoarece durata de pornire în bloc a motorelor alimentate de aceeași linie depinde de mulți factori variabili și deci nu poate fi determinată cu precizie.

Schema elaborată de inginerii sovietici B. M. Pliușci, M. A. Esibian, M. D. Elbirt și V. O. Sarchisov, bazată pe controlul curentului de pornire, satisface toate condițiile cerute de reanclanșarea automată a liniilor electrice principale.

Schema de principiu este descrisă pe larg în Buletinul Energetic nr. 6 din iunie 1949.

Conform acestei scheme, reanclanșarea automată a liniilor se realizează în modul următor. La apariția tensiunii, prima linie nefiind prevăzută cu contactor, primește neîntîrziat curent și toate motoarele, alimentate de această linie, pornesc în bloc. Releul de intensitate *R.I.* conectat la un transformator de intensitate, montat pe prima linie, deschide contactele care închid circuitul bobinei electromagnetice a contactorului montat pe linia următoare și menține deschise aceste contacte atîta timp cît curentul de pornire în prima linie depășește valoarea normală.

In momentul cînd curentul de pornire din prima linie a scăzut aproape de valoarea sa

normală, releul de intensitate închide circuitul bobinei contactorului montat pe linia următoare și numai în acest moment linia este anclanșată. După anclanșarea acestei linii, la fel se anclanșează pe rînd liniile din aval.

Această interdependență a liniilor face ca funcționarea dispozitivului să fie nestabilă.

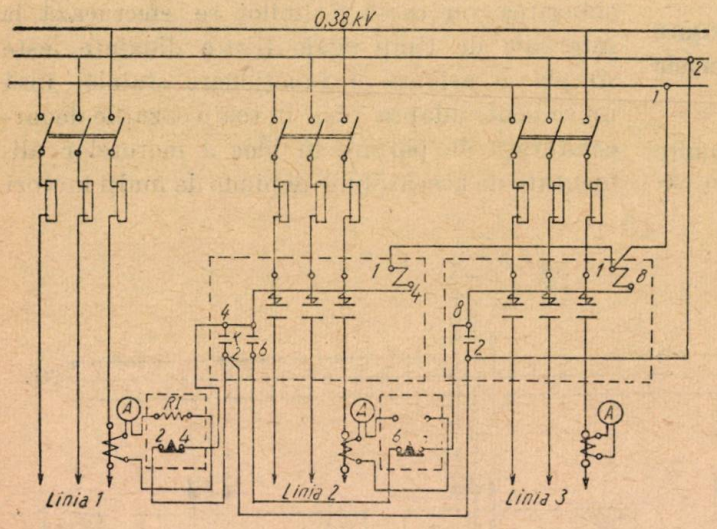


Fig. 4. Schemă electrică de reanclanșare cu relee de intensitate.

O creștere a curentului peste valoarea sa normală într-o linie, provoacă declanșarea liniei din aval.

Schema de principiu a fost completată cu conexiunile necesare după cum se poate vedea ușor în schema din fig. 4, cu scopul de a se realiza funcționarea independentă a fiecărei linii de îndată ce linia respectivă a fost anclanșată în modul arătat mai sus.

Privitor la schema bazată pe controlul curentului (din fig. 4) observăm că, în cazul întreruperii curentului din rețea, contactele acționate de releul de inetnsitate se închid și deci, la apariția tensiunii, atît bobina releului de intensitate cît și aceea a contactorului primesc simultan curentul și deci dispozitivul va funcționa corect numai cu condiția ca releul de intensisitate să deschidă contactele mai înainte ca contactorul să anclanșeze linia.

Această condiție ar trebui să se realizeze deoarece cursa de deschidere a contactelor, comandată de releul de intensitate, este mult mai mică decît cursa de anclanșare a contactorului.

Din cauza inerției pieselor mecanice sau a unor eventuale mici defecte s-ar putea întîmpla ca cele două operații să nu se succeadă în ordinea prevăzută de autorii schemei.

În urma probelor efectuate în laborator cu un releu de intensitate de tip *E.T*, 522/6 și cu un contactor de tip *K.T.* 34—1/A, aparate sovietice care ne-au fost puse la dispoziție pentru realizarea reanclanșării automate, am constatat că, pentru valori ale curentului de pornire mai mari de 2,5 ori curentul normal, bobina electromagnetică a contactorului primește momentan curent însă releul de intensitate acționează atît de repede încît contactorul nu are timp ca să-și termine cursa de anclanșare.

În cazul cînd curentul este mai mic de 2,5 ori curentul normal, releul de intensitate acționează cu o mică întîrziere însă suficientă pentru ca anclanșarea contactorului să se producă prea devreme.

Pentru motivele de mai sus, se poate întîmpla ca să nu se poată efectua în toate cazurile reanclanșarea succesivă a liniilor pe baza controlului curentului de pornire și s-ar putea uneori să fie reanclanșate simultan mai multe linii.

Acest fapt nu constituie însă un inconvenient prea mare în cazul unui sistem energetic de mare putere și cu rezervă mare de putere în posturile de transformare.

De asemenea vom menționa un alt inconvenient al schemei din fig. 4 și anume că în cazul cînd contactorul unei linii nu funcționează, se blochează parțial dispozitivul și liniile din aval nu se mai reanclanșează în mod automat.

Luînd ca bază schemele sovietice și ținînd seama de inconvenientele semnalate, am conceput schema reprezentată în fig. 5 care se va adapta mai bine condițiilor de lucru impuse atît de utilajele noastre cît și și de sistemul energetic al M.E.E.I.E.

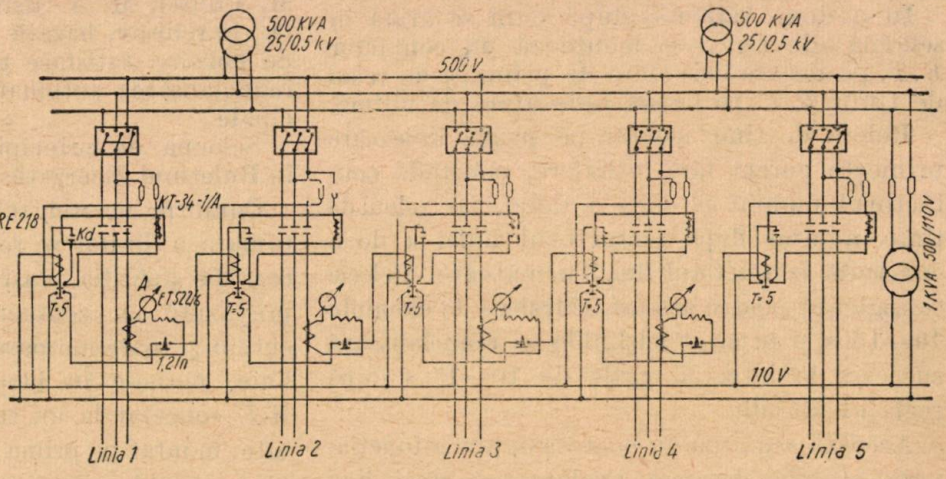


Fig. 5. Schema electrică a dispozitivului de reanclanșare automată pentru 5 linii (aplicabilă la orice număr de linii).

In schema concepută de noi am introdus în plus un releu de timp de tipul *R.E.* 218 a cărui bobină electromagnetică este comandată de

releul de intensitate *E.T.* 522/6, iar releul de timp *R.E.* 218 comandă, la rîndul său, contactorul de tip *K.T.* 34—1/A.

In acest mod funcţionarea releelor de comandă este ferm determinată şi deci reanclanşarea automată a liniilor, pe baza controlului curentului de pornire, se va efectua succesiv în ordinea

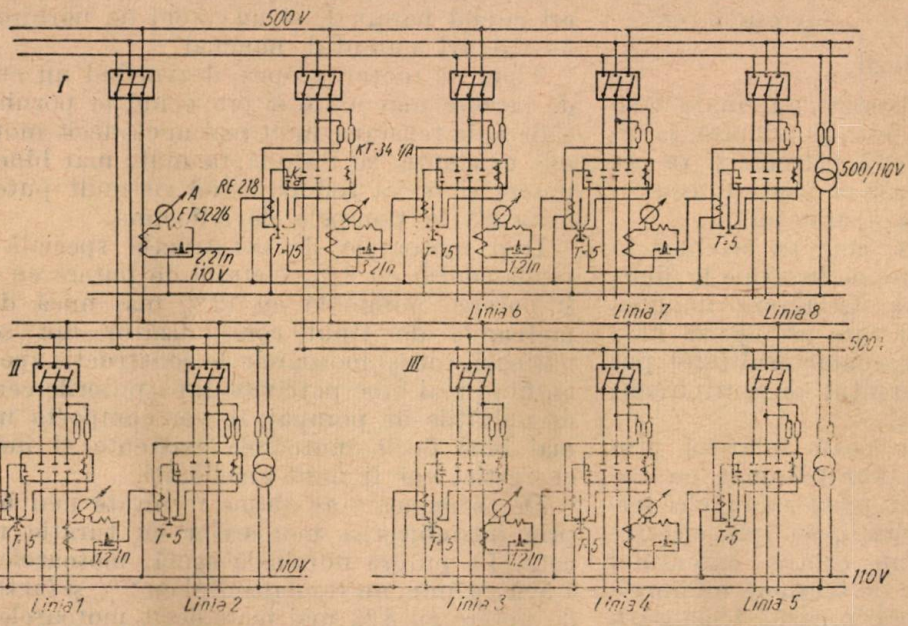


Fig. 6. Schema electrică a dispozitivului de reanclanşare automată pentru opt linii compusă din trei staţii.

stabilită. Datorită contactului auxiliar K_a, funcţionarea fiecărei linii, odată anclanşată, nu mai poate fi deranjată de variaţiile de curent ce s-ar produce în celelalte linii aflate în amonte.

Reanclanşarea automată a oricărei linii este asigurată atît timp cît curentul în celelalte linii aflate în funcţiune este mai mic de 1,2 ori curentul normal. O linie scoasă din funcţiune nu blochează reanclanşarea liniilor aflate în aval.

Temporizarea închiderii circuitului bobinelor contactoarelor prin intermediul releelor de timp respective, face ca curentul de pornire să scadă ln momentul anclanşării sub valoarea la care sînt reglate releele de intensitate, iar în cazul unor defecte, neobservate din timp la trsnformatorii de intensitate sau la releele respective, să evite reanclanşarea simultană a mai multor linii.

Temporizarea reanclanşării automate a primei linii din fiecare post de transfomare va fi determinată după numărul posturilor de transformare, alimentate de acelaşi feeder de înaltă tensiune, cu scopul de a micşora solicitarea sistemului energetic. In cazul cînd puterea cerută de pornirea în bloc a motoarelor este mică în raport cu puterea disponibilă a feederului de înaltă tensiune temporizarea primelor linii nu mai este necesară.

Defectarea releului de tensiune ar impiedica reanclanşarea automată a liniilor din aval. Din moment ce liniile au fost anclanşate, defectele ulterioare ale releelor nu mai pot influenţa funcţionarea normală a liniilor şi eventualele defecte ce s-ar produce în timpul funcţionării, pot fi constatate la timp de către personalul de serviciu şi deci se pot executa reparaţiile preventive fără nici o dificultate.

Conform schemei din fig. 4, dispozitivul de reanclanşare automată nu se poate realiza decît sub forma unei staţii de reanclanşare unică, ce trebuie instalată în staţia de transformare sau în imediata apropiere.

Schema din fig. 5 permite repartizarea dispozitivului de reanclanşare automată în mai multe staţii de reanclanşare ce pot fi instalate în diferite puncte convenabile ale unei reţele intinse.

In fig. 6 se vede schema unui dispozitiv de

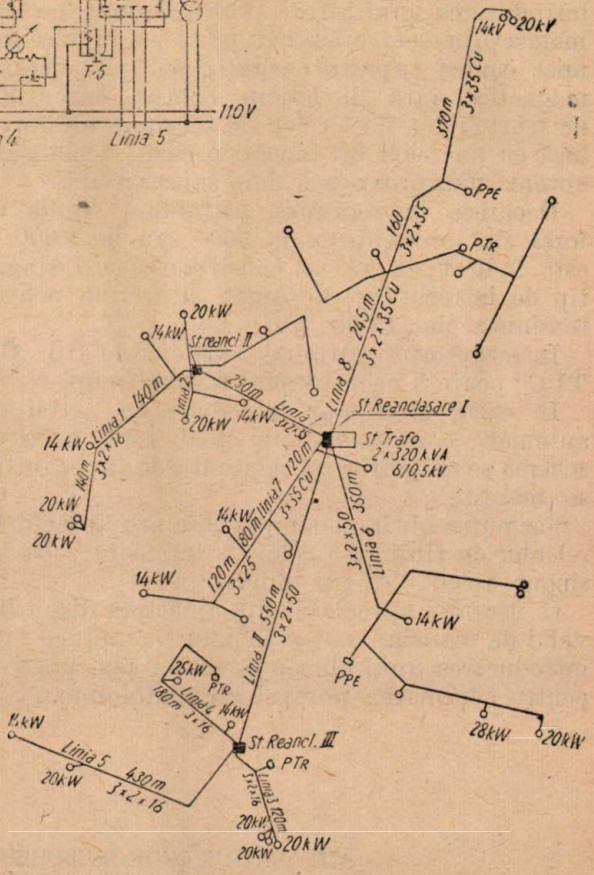


Fig. 7. Schiţa reţelei electrice la care s-a aplicat un dispozitiv cu trei staţii de reanclanşare automată pentru opt linii.

reanclanşare automată compusă din 3 staţii de reanclanşare din care una este instalată la staţia de transformare, iar celelalte 2, în diferite puncte ale reţelei, după cum se arată în schema din fig. 7.

Dispozitivul de reanclanşare automată, conform schemei din fig. 6 permite realizarea unei

economii importante de materiale pentru construcţia liniilor deoarece o singură linie de plecare din staţia de transformare serveşte la reanclanşarea succesivă a mai multor linii grupate într-o staţie de reanclanşare automată, situată la o distanţă oarecare de staţia de transformare. Acest dispozitiv a fost proiectat pentru o staţie de transformare „Sovrompetrol".

2. Concluzii

Dispozitivul de reanclanşare automată conceput după modelul sovietic şi adaptat la situaţia din regiunea noastră petroliferă va da rezultate satisfăcătoare însă el poate fi ameliorat mai ales în privinţa aparatajului.

In caz de scurtcircuit, cînd se produce în acelaşi timp o mare cădere de tensiune în linie, contactorul ar putea să declanşeze înaintea întrerupătorului automat care protejează linia respectivă şi în acest caz, contactorul fiind pus în situaţia de a tăia curentul de scurtcircuit, ar putea fi grav avariat.

Acest inconvenient se poate înlătura prin introducerea unui întreruptor automat cu comandă prin electromagnet, prevăzut cu relee termice contra supraintensităţii, cu relee electromagnetice fără întîrziere contra curentului de scurtcircuit fără releu de tensiune minimală însă cu un releu de blocaj în cazul declanşării automatului provocată de o suprasarcină.

Deoarece în regiunea petroliferă liniile de forţă sînt alimentate, la 500 sau la 1 000 V este indicat ca să se construiască un singur tip de întreruptor automat şi anume pentru tensiunea de 1 000 V.

Intreruptorul automat existent de tip „CITUC" poate fi uşor adaptat în acest scop.

In cazul cînd s-ar introduce un astfel de automat, contactorul nu mai este necesar, schema se simplifică şi siguranţa de funcţionare se măreşte.

S-ar putea obţine o simplificare prin înlocuirea releului de timp şi a celui de intensitate cu un singur releu de tip diferenţial.

O uşurare apreciabilă în aplicarea dispozitivului de reanclanşare automată s-ar aduce prin introducerea unui alt tip de motor mai potrivit pentru acţionarea pompelor de adîncime.

In acest scop sînt mai indicate motoarele asincrone cu rotorul în scurtcircuit, cu dublă colivie de construcţie specială, avînd un cuplu de pornire de circa 2 ori cuplul nominal şi un curent de pornire de 3—3,3 ori curentul nominal decît motoarele de construcţie normală, folosite în prezent care au un cuplu de pornire de 1,2—1,5 ori cuplul nominal, şi un curent de pornire de 5—6,5 ori curentul nominal.

Tipul de motor propus, dezvoltînd un cuplu de pornire mai mare şi provocînd la pornire o cădere de tensiune mult mai mică decît motoarele existente, se va adapta mult mai bine ca putere şi se va reduce astfel cu mult puterea instalată la pompele de adîncime.

Deşi motoarele de construcţie specială au randamentul cu 2%, factorul de putere cu 4% şi puterea nominală cu 12% mai mică decît motoarele de tipul corespunzător din seria normală, totuşi motoarele de construcţie specială, fiind mai bine potrivite după puterile cerute de unităţile de pompaj, se vor comporta mult mai bine decît motoarele existente şi indicii energetici vor fi mult ameliorati.

De asemenea s-ar obţine rezultate mai bune prin introducerea motoarelor cu turaţie ridicată. La putere nominală egală, motoarele cu 1 500 rot/min, au randamentul cu 2% şi factorul de putere cu 4% mai mare decît motoarele cu 750 rot/min, folosite în prezent la pompele de adîncime. De asemenea gabaritul şi greutatea lor sînt mai mici.

In sfîrşit, subliniem faptul că, faţă de întinderea schelelor noastre, tensiunea de 1 000 V este mult mai avantajoasă din punct de vedere tehnico-economic decît tensiunea standardizată de 500 V.

Bibliografie:

[1] *Mosevov N. S.*: Energheticeski biuletin, nr. 6, iunie 1949.
[2] *Pluşci B. M., Esibian M. A., Elbirt D. M, Sarchisian V. O.*: Energheticeskii biuletin, nr. 8, august 1949.
[3] *Ivancov P., Ghinzgurg I.*: Energheticeskii biuletin, nr. 10, octombrie, 1950.
[4] *Petrosian A. N.*: Enegheticeskii biuletin, 12, decembrie 1950.
[5] *Pliuşci B. M., Sarchisian V. O.*: Energheticeskii biuletin nr. 12, decembrie 1954.

★

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАГИСТРАЛЕЙ ПИТАЮЩИХ ДВИГАТЕЛИ ГЛУБИННЫХ НАСОСОВ

В статье рассматривается актуальный вопрос автоматического группового включения электродвигателей для привода глубинных насосов.

После изложения общих соображений по данному вопросу, автор делает обзор советских достижений и описывает приспособление для автоматическопо включения по линиям, разработанное на основе советской документации, применительно к условиям румынских нефтеносных районов.

В заключение даются указания по усовершенствованию существующей аппаратуры и вносятся предложения для улучшения условий применения автоматических включающих приспособлений.

Unităţi de putere mare în transformatoarele hidroenergetice

Prof. dr. ing. DORIN PAVEL

Se arată importanţa acumulării energiei prin transformatoare hidroenergetice, cu unităţi mari, cu randamente mari şi se arată că şi la noi se pot construi asemenea instalaţii.

In legătură cu problema acumulării energiei prin transformatoare hidroenergetice, tratate în articolele anterioare [1] şi [2], este util să aducem unele precizări privind compensarea prin acumulare prin pompare, precum şi date asupra mărimii unităţiilor care s-au montat în instalaţiile cele mai recente.

I. Problema compensării prin acumulare

Consumul de energie variază orar zilnic (fig. 1,*a*), apoi sezonier şi anual, astfel că nu corespunde cu puterea disponibilă a uzinelor hidroelectrice şi nici cu aceea a centralelor termoelectrice de bază. Acoperirea curbei de consum se face prin combinarea centralelor de bază cu cele de vîrf.

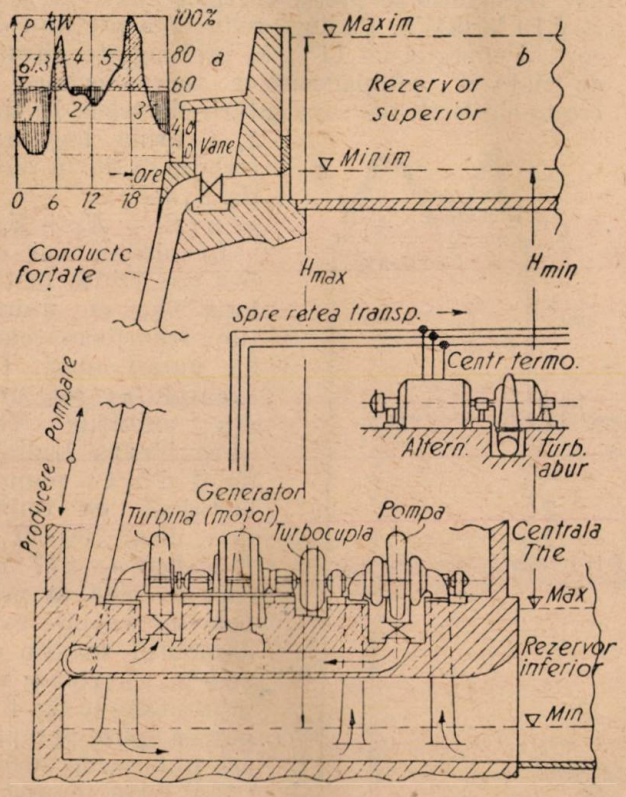


Fig. 1. Transformator hidroenergetic pur, combinat cu centrale termoelectrice sau branşat pe reţele electrice

Din centralele termoelectrice, cele cu motoare Diesel se pretează pentru exploatarea de vîrf, ca şi uzinele hidroelectrice cu lacuri acumulatoare. Dimpotrivă, centralele echipate cu cazane şi turbine cu abur sînt dezavantajate la exploatarea de vîrf, din cauza porniri-lor şi opririlor repetate, a funcţionării cu sarcini variabile, uneori prea mici, şi a randamentului scăzut la gradul de utilizare redus al centralelor de vîrf. La noi, producerea energiei s-a făcut, cel puţin pînă în prezent, aproape numai pe cale termoelectrică (92%) aşa că acoperirea vîrfurilor constituie încă o problemă deficilă.

II. Modalităţile de acumulare a energiei

Mai jos se arată numai acumulările energetice cu caracter industrial şi anume :

a) *Bateriile de acumulatoare electrice*, au avantajul unui randament mare, în schimb au capacităţi mici, durata de viaţă scurtă, debitează numai curent continuu şi sînt relativ scumpe. Cea mai mare instalaţie executată este de 60 000 kWh şi probabil nu va fi depăşită nici în viitor.

b) *Acumulatoarele termoelectrice* sînt cunoscute deocamdată, sub două forme :

— acumulatoare de abur „Ruths", cea mai mare instalaţie a fost construită pentru 67 000 kWh, 40 000 kW, la vîrful de 1,5 ore pe zi, tamburii avînd capacitatea de 5 000 m³;

— transformatorul termoenergetic „Marguerre", cu o pompă de căldură intercalată între două rezervoare de abur cu presiune diferită, cu turbinele aferente, care nu a fost construit de mărime industrială.

c) *Acumulatoarele hidroelectrice gravitaţionale*, sînt cele mai cunoscute şi răspîndite la mii de uzine cu lacuri acumulatoare, creiate prin baraje din ce în ce mai mari. La noi s-au construit baraje sub 50 m înălţime la Văliug şi Dobreşti, iar în prezent se lucrează la barajul centralei Lenin de la Bicaz de 125 m înălţime şi 1,2 miliarde m³ apă acumulată. In prezent se construieşte la Grand Dixence-Elveţia, un baraj înalt 280 m, compus din 6 milioane m³ beton, la acumularea de 600 milioane m³ apă.

d) *Transformatoarele hidroenergetice*, primesc în primar energie electrică excedentară, foarte ieftină, şi o transformă în energie de vîrf la secundar, prin intermediul transformării hidraulice, cu primarul dat de o electropompă şi secundarul de o turbină cuplată cu generatorul, acelaşi cu motorul electric, [1] şi [2].

e) *Acumulatoarele hidroelectrice fluviale*, au luat dezvoltare mai ales prin construcţiile de la Kuibîşev şi Stalingrad, care pot debita şi energie

de vîrf, prin pulsarea lacurilor de pe Volga. La noi uzinele viitoare pe Dunărea inferioară vor da în trei trepte energia de 24 miliarde kWh/an, din care 25% va fi energie de mare vîrf, cu puterea 4 500 000 kW. La ora actuală acesta ar fi cel mai mare acumulator energetic, de 6 miliarde kWh/an.

Deoarece acumulatoarele electrice și termice nu se pot dezvolta pe scară mai mare, acumulările hidraulice rămîn și în viitor ca cele mai mari și mai economice.

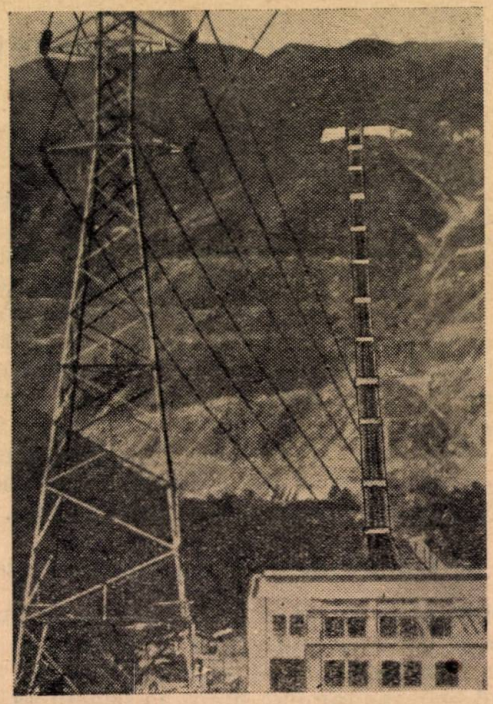


Fig. 2. Vedere fotografică a unei instalații The de tipul fig. 1

III. Transformatoare hidroenergetice construite cu unități mari

Transformatoarele hidroenergetice, numite aici prescurtat The, se construiesc de diferite tipuri [1] și se instalează fie lîngă centrale termoelectrice, fie undeva de-a lungul liniilor de înaltă tensiune, ambele numite The-pure (fig. 3, *b* — *c*), fie ca The-combinat cu uzine hidroelectrice pe firul apei (fig. 3, *a*).

Pentru The-pur de tipul fig. 3,*b*, s-a arătat anterior, [1] pag. 584 — 592, că în locul unei centrale termoelectrice CTE de 100 000 kW, producînd energia la prețul de cost de $p = 0,22$ lei/kWh se poate instala o CTE de bază de $P_1 = 61\,300$ kW, putere constantă deci $u = 1$, combinată cu un The de vîrf de $P_2 = 38\,700$ kW reducîndu-se prețul energiei mixte la $p = 0,19$ lei/kWh. Pe lîngă reducerea prețului de cost al energiei cu 14%, se prelungește durata de viață a echipamentelor termoelectrice și crește elasticitatea exploatării electrice. In fig. 1, *a* ariile hașurate trebuie să fie în relația $E_4 + E_5 = \eta (E_1 + E_2 + E_3)$.

In ultimii ani au fost construite instalații The cu unitățile transformatoare de puteri mari. Ca exemplu, se arată una din unitățile The „Providenza-Italia", fig, 4 și 5, cu pompa bietajată cu dublu flux, de 62 700 CP la $H = 240 - 277$ m, care a atins la probele de recepție randamentul maxim de 90,9%. Turbina reprezentată în fig. 4 în partea opusă pompei, are puterea de 80 000 CP și între pompă și generator funcționînd și ca motor sincron, se vede intercalată o turbocuplă, necesară pornirii și opririi pompei. De același tip, s-au montat recent la The „Limburg-Austria" unități și mai

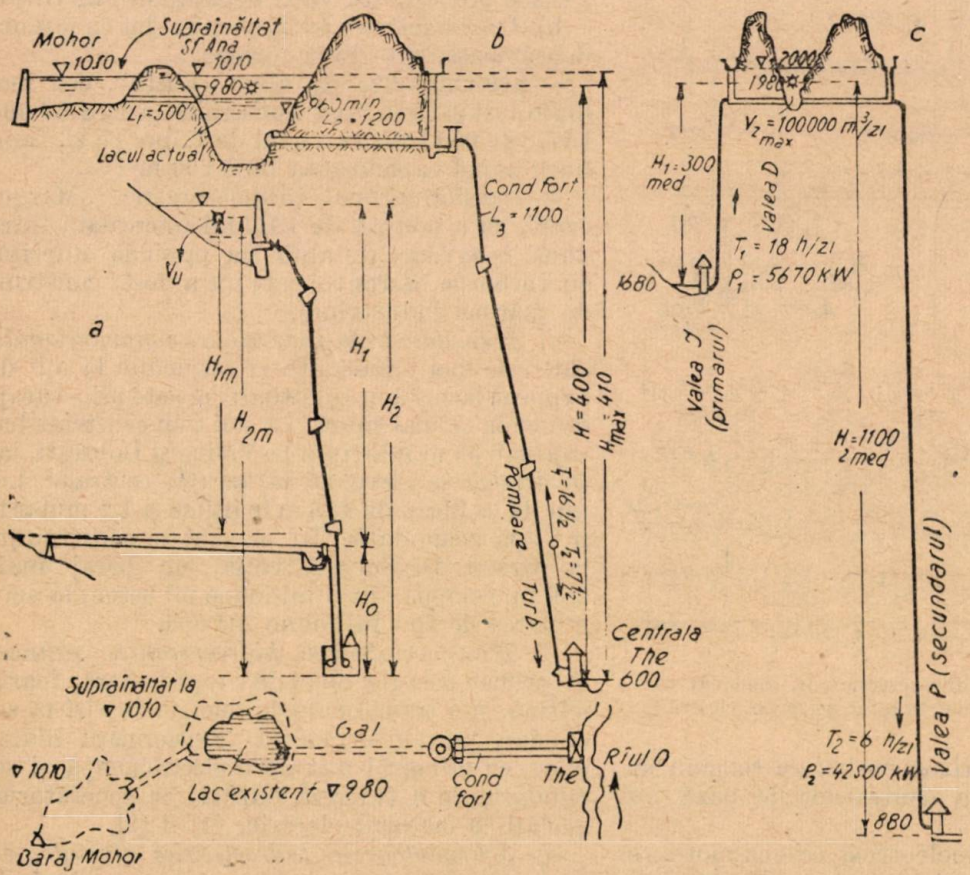


Fig. 3. Scheme de The

a—combinat cu uzina hidroelectrică; *b*—The pur; *c*—The cu diferență de cădere.

mari, cu pompe de cîte 85 000 CP fiecare. Unele pompe din The au înălțimi de refulare foarte mari, de exemplu cele din centrala „Lunersee" cu $H = 960$ m, la $P = 55\,000$ CP de fiecare pompă cu 5 etaje (192 m pe etaj). Pom-

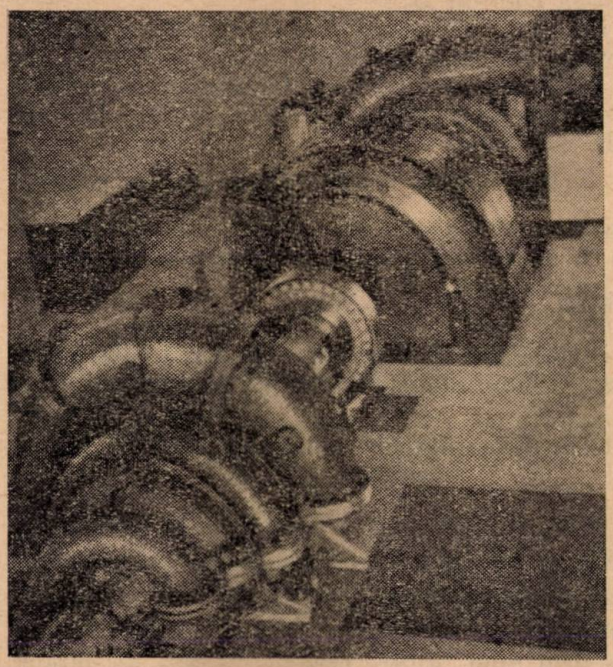


Fig. 4. Fotografia unui grup The de 62.700 CP.

pele din The „Tremorgio-Elveția" au cîte 9 etaje cu 920 m, respectiv „Costa Brunella-Italia" are pompe de 7 etaje de cîte $H = 618$ m.

Pompele de The cu debitele unitare cele mai mari, construite pînă în prezent, sînt Limburg $q = 22{,}2$; Bleiloch $q = 20{,}5$; Provvidenza $q = 16{,}4$ Hemfurth $q = 13{,}7$; Lac Noir $q = 13{,}0$; Herdecke $q = 13{,}0$ și Niederwartha cu $q = 11{,}8$ m³/s și pompă.

IV. Raportul între puterile secundarului și primarului

Primarul transformatorului hidroenergetic, compus din pompa cu motor funcționînd și ca generator, cuplate fie rigid fie prin turbocuple, fie printr-o turbină de pornire (fig. 6), are atît durata de funcționare $T_1 = 12 - 16$ h/zi, cît și puterea respectivă P_1, variabile după curba de consum (fig. 1,*a*). Secundarul, compus din turbină și generator (același cu motorul) funcționează numai în orele de vîrf $T_2 = 8 - 12$, cu puterea $P_2 = kP_1$ variabilă și ea după curba de consum electric. Cum T_2 este totdeauna mai mic decît T_1 și puterea P_2 mai mare decît P_1 rezultă $k > 1$.

Analizînd diferite tipuri de curbe de consum s-a constatat că ele sînt caracterizate în primul rînd de orele de utilizare pe an a puterii instalate, $T_0 = E/P_i$ și că rezultatele de calcul pot fi grupate în formula autorului :

$$k = \frac{P_2}{P_1} = 0{,}82 + \frac{1\,570}{T_0}.$$

La centralele cu The de tipul pur (fig. 1, *b* și 3,*b*), utilizate în combinație cu centralele termoelectrice sau cu rețele de transport electric, recalculînd raportul k se obține : *N*-Warta $P_2 = 120\,000$, $P_1 = 100\,000$ CP la $m = 4$ unități $k = 1{,}2$; Waldeck $P_2 = 164\,000$, $P_1 = 116\,000$

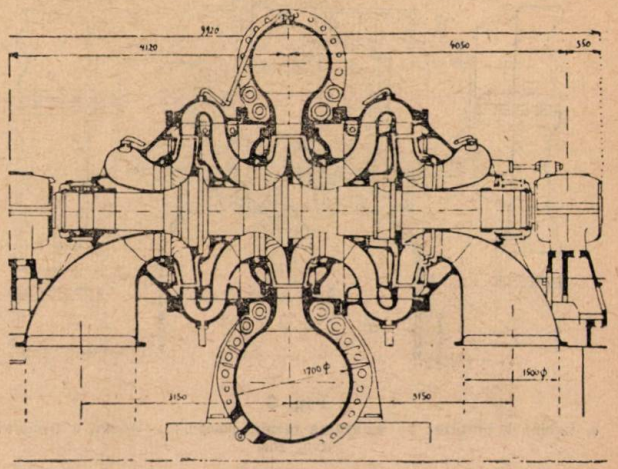


Fig. 5. Secțiune prin pompa dublu etajată cu dublu flux din fig. 4.

CP, $m = 4$, $k = 1{,}4$ și Herdecke $P_2 = 194000$, $P_1 = 136\,800$ CP, $m = 4$, $k = 1{,}42$.

La centralele The combinate cu uzini hidroelectrice, raportul k este similar și anume : Schwarzenbach $P_2 = 62\,500$, $P_1 = 50\,200$, CP, $m = 2$, $k = 1{,}25$; Hemfurth $P_2 = 23\,500$ $P_1 = 16\,700$ CP, $m = 3$, $k = 1{,}41$; Schluchsee $P_2 = 184\,000$, $P_1 = 105\,000$ CP, $m = 4$, $k = 1{,}75$; Provvidenza $P_2 = 160\,000$, $P_1 = 125\,400$ CP, $m = 2$, $k = 1{,}28$ și Limburg $P_2 = 210\,000$, $P_1 = 170\,000$ CP, $m = 2$, $k = 1{,}24$

V. Alte proprietăți ale transformatoarelor hidroenergetice

Datorită rapidității intrării în funcțiune, 3—4 minute, The se pretează ca instalație de mare vîrf și ca rezervă instantanee în sistemul energetic. In acest scop se intercalează, între pompă și motor, o mică turbină, numai pentru pornirea în gol a pompei. In fig. 6 se arată, sub c, turbina de pornire tip Pelton de 1400 CP la $H = 142$ m și $n = 300$ rot/min, fiind calculată roata dințată la $P = 36\,000$ CP a pompei, cu arborele *b*. Cînd s-a atins turația de regim este împinsă coroana *d* spre stînga, prin servomotorul hidraulic cu tija trasă prin arborele găurit, iar *d* se angrenează cu roata dințată de la flanșa arborelui electromotorului *a*.

In diagrama din fig. 6, *b* se vede durata de pornire a pompei de 160 s, cu diferitele faze de manevră, iar în fig. 6, *c* se arată pornirea secundarului (turbinei), care se face în 100 s. Asemenea performanțe nu pot fi atinse de alte feluri

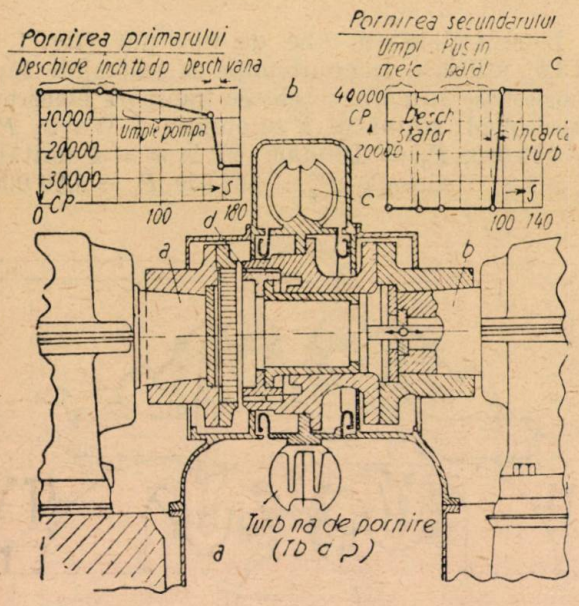


Fig. 6

a—turbina de pornire: *b*—diagrama pornirii pompei: *c*—idem, a turbinei unui The.

de motoare. Importanța The ca rezerve energetice instantanee este așa de mare, încît nu poate fi exprimată cu echivalentul în lei.

Cu cît rețelele unui sistem energetic sînt mai extinse, cu atît mai mult trebuie să dispunem de asemenea rezerve The. Centralele The sînt deosebit de apte și pentru reglajul fin al frecvenței electrice $f = p \cdot n/60$ per/s, în rețelele sistemelor energetice mari. Aceste instalații mai sînt utile și pentru ameliorarea factorului de putere.

The de tipul pur, instalate în apropierea marilor consumatori de energie (combinate industriale, orașe mari, mai ales industrii electrosiderurgice și electrochimice), conduc la ieftinirea liniilor de transport electric, de la centralele electrice pînă la acești consumatori. Aceste linii nu mai trebuie dimensionate la puterile maxime de vîrf P_i, ci numai la cea medie P_m, urmînd ca diferența $P_i - P_m$ să fie debitată de către The, situate aproape de consumatori.

Tipul de The-pur (fig. 1, *b*) cu unități mari realizează un randament global de ordinul 0,7, ceea ce constituie un dezavantaj, însă trebuie avut în vedere că pierderea de 30% se referă la energie excedentară foarte ieftină (la exploatări hidroelectrice pe firul apei este chiar gratuită), așa că este mai mult decît compensată prin transformarea energiei excedentare în energie de vîrf, prețioasă.

In cazurile — adevărat mai rare — cînd condițiile naturale topografice și hidrografice permit realizarea schemelor de tipul arătat în fig. 3, *c*, cu diferență de cădere și cu aport de debite din valea (*J*) spre cea principală (*P*), The este mult mai avantajos. Astfel, de exemplu cînd raportul căderilor poate fi realizat de $H_2/H_1 = 1/0{,}7 = 1{,}43$, se va obține randamentul global 1, deci se reduc pierderile energetice la zero. La rapoarte $H_2/H_1 > 1{,}43$ nu se mai pierde, ci se cîștigă energia $E_2 > E_1$.

Cu cît se utilizează căderi mai mari, cu atît devine The mai economic, deoarece:

— diametrul mașinilor hidraulice $D = a\,Q^{0,5}\,H^{-0,25}$, deci și costul lor scade cu căderea la anumiți exponenți;

— capacitatea utilă a lacurilor $V_u = \frac{367\,E_a}{H\eta}$ sau a rezervoarelor transformatorului, scade și ea la căderi mai mari, la aceeași energie acumulată $E_a = \frac{H}{367}\,V_u\,\eta$ (kWh).

Instalațiile The pot fi automatizate, devenind astfel economice și comode în exploatare.

VI. Transformatoare hidroenergetice ce pot fi realizate și la noi

In lanțul Carpaților există multe posibilități de a se construi transformatoare hidroenergetice, fie de tipul pur, branșate la liniile de înaltă tensiune, fie combinate cu uzini hidroelectrice pe firul apei, dintre care se citează aci cîteva numai cu scop exemplificator.

a) In [3] p. 249 și planșa 40, am studiat utilizarea ca The a lacului natural Sf. Ana situat cu 400 m peste Olt, la Tușnad (fig. 3, *b*). Printr-o mică supraînălțare se obține un volum pulsator lunar de 13 milioane m³, respectiv zilnic de 1 milion m³. Energia zilnică maximă E_z și puterea instalată P_i sînt în acest caz de:

$$E_z = \frac{V_z H}{367}\,\eta = 1\,000\,000\,\frac{400}{367}\,0{,}69 \cong$$

$$\cong 750\,000 \text{ kWh/zi}$$

$P_i = 100\,000$ kW, la 7 — 9 ore de vîrf pe zi.

Acest transformator va fi de mare importanță pentru regiunea Stalin.

b) Intre Ialomița superioară și Prahova se poate amenaja un The cu diferența de cădere (fig. 3, *c*), care ar avea lacul pulsator zilnic cu $V_z = 100\,000$ m³ și căderile $H_1 = 300$, $H_2 = 1\,100$ m (mediu) energiile zilnice maxime E_1 la primar și E_2 la secundar fiind de

$$E_1 = \frac{100\,000}{367} \cdot \frac{300}{0{,}8} \cong 102\,000;$$

$$E_2 = \frac{100\,000}{367}\,1100 \cdot 0{,}85 \cong 255\,000 \text{ kWh/zi}.$$

Se vede că energia produsă în secundar E_2 este de 2,5 ori mai mare decît cea consumată E_1. La orele de pompare $T_1 = 18$ și de producere la vîrf de $T_2 = 6$ h/zi se obțin puterile medii $P_1 = 5\,670$ kW (pompe) și $P_2 = 42\,500$ kW în turbine. Puterile maxime pot fi la bornele secundarului de 60 000 kW și la primar de 20 000 kW.

c) Anterior s-a pus problema derivării unor debite parțiale din Siret spre Bahlui, pentru nevoi hidraulice complexe (energie, navigație irigații, piscicultură și apă industrială la Iași). Această derivare se poate face gravitațional, printr-un tunel de circa 14 km, soluție costisitoare și dificil de realizat, din cauza condițiilor geologice defavorabile. Adoptînd soluția unui The de tipul din fig. 3, *c* se poate realiza :

— Primarul (amonte de Roman), cu $H_1 = 50$ m cu debitul mediu $Q = \frac{V_z}{86\,400} = 10$ m³/s la lacul superior pulsator zilnic $V_z = 864\,000$ m³, cu energia zilnică E_1, cu puterea medie P_1 și de vîrf P_{i_1}

$$E_1 = \frac{864\,000}{367} \cdot \frac{50}{0{,}8} = 147\,000 \text{ ; kWh/zi}$$

$$P_1 = \frac{E_1}{T_1} = 9\,200 \text{ ; } P_{i_1} = 15\,000 \text{ kW la } T_1 = 16 \text{ h/zi}$$

— secundarul (la Criveşti pe Bahlui) cu $H_2 = 150$ m și :

$$E_2 = \frac{864\,000}{367} 150.0{,}85 = 300\,000 \ \frac{\text{kWh}}{\text{zi}};$$

$$P_2 = \frac{E_2}{T_2} = 37\,500 \text{ kW};$$

$P_{i_2} = 50\,000$ kW, cu $T_2 = 8$ h/zi.

Acest The va fi foarte util sistemului energetic din Moldova și va funcționa în paralel cu centrala de termoficare Borzești și cu uzina hidroelectrică V.I. Lenin.

d) In studiul [4] am propus un The în legătură cu o centrală eoliană de 10 000 kW în Bucegi, arătînd că este economic și că asemenea centrale se pot construi în numeroase puncte ale țării, cu o putere totală de 2 milioane kW. Credem că aplicarea transformatoarelor hidroenergetice este de actualitate și la noi, atît timp cît producerea energiei electrice se face cu precădere pe cale termoelectrică. In acest sens propunem să fie luată în studiu întreaga problemă a acumulatoarelor hidraulice și a transformatoarelor hidroenergetice din țara noastră.

Bibliografie:

[1] *Pavel D.* : Mașini hidraulice EES 1955 II p. 570—595.
[2] *Pavel D.* : Energetica, nr. 1/1954.
[3] *Pavel D.* : Plan gén. d'aménagement, IRE, 1933.
[4] *Pavel D.* : Energetica și Hidrotehnica, Nr. 9/1955.

★

МОЩНЫЕ ЕДИНИЦЫ В ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ

Резюме

Указывается значение аккумулирования энергии с большими единицами и значительными к.п.д. и отмечается возможность сооружения таких установок в РНР.

HOCHLEISTUNGSEINHEITEN FÜR HYDROENERGETISCHE UMFORMER

Der Aufsatz hebt die Bedeutung der Energiespeicherung durch hydroenergetische Umformer hervor, die immer grössere Einheiten mit höherem Wirkungsgrad verwenden und zeigt, dass auch in unserem Lande solche Anlagen errichtet werden können.

Nomograma pentru transformarea numerelor complexe din forma algebrică sub forma exponenţială şi invers

Ing. GH. MANOLESCU

In diferite calcule electrice se simplifică sensibil operaţiile : înmulţire, împărţire, ridicarea la putere şi extragerea rădăcinilor numerilor complexe dacă se trece de la forma algebrică $A = a + jb$, la cea exponenţială $B = re^{j\varphi}$ în care

r este modulul numărului complex $= \sqrt{a^2 + b^2}$;

φ — argumentul numărului complex = arc tg $\frac{b}{a}$.

Cu toată această simplificare a operaţiunilor mai sus amintite, totuşi trecerea mărimilor complexe dintr-o formă în cealaltă necesită calcule suplimentare destul de migăloase care cer mult timp. Pentru a se elimina aceste calcule suplimentare se poate folosi o metodă grafică clară, prin care, cu ajutorul unei nomograme şi cu o precizie suficientă, se poate trece repede de la forma algebrică a numerilor complexe la forma exponenţială şi invers.

Construcţia nomogramei respective derivă din însăşi reprezentarea grafică a numărului complex $A = a + jb$. Ea constă dintr-o reţea de valori pozitive cuprinse în primul cadran al cercului trigonometric, cu scări egale pe axele valorilor reale şi imaginare. Arcele ce unesc valorile egale de pe axele de coordonate servesc ca scări pentru module. Pentru determinarea argumentului, cadranul dintre axe este gradat.

Pentru trecerea de la forma algebrică a numărului complex la cea exponenţială se ia pe axa absciselor valoarea părţii reale a numărului complex iar pe axa ordonatelor valoarea părţii imaginare.

Punctul de intersecţie a perpendicularelor duse din aceste puncte ne dă valoarea modulului (pe arcul scării) şi unghiul în grade.

Exponentul se determină din valoarea unghiului α ţinînd seama de semnele părţii reale şi imaginare a numărului complex, conform tabelei 1.

Tabela 1

Semnul părţii reale . .	+	+	−	−
Semnul părţii imaginare	+	−	+	−
Exponentul	$j\alpha$	$-j\alpha$	$j(180-\alpha)$	$-j(180-\alpha)$

Pentru precizare să luăm două exemple :

1. Să se calculeze :

$$(5 + j\,10)(10 - j\,5) = ?$$

Procedînd aşa cum s-a arătat mai sus, pentru numărul complex $(5 + j\ 10)$ găsim pe nomogramă punctul 1 iar pentru numărul complex $(10 - j\ 5)$ punctul 2.

Cum este şi normal, pe nomogramă modulul ambelor numere complexe este 11,18 măsurat pe raza arcului de cerc care trece prin punctele 1 şi 2.

Argumentul numărului $5 + j\ 10$ este determinat de unghiul pe care îl face vectorul 01 cu axa valorilor reale, care ţinînd seama de semnul părţii reale şi imaginare este, după cum se vede pe nomogramă $\alpha = 63°25'$ deci exponentul este $= j\ 63°\ 25'$. In mod analog folosind tabela 1 găsim că argumentul numărului $10-5j$ este $-\ 26°\ 25'$. In felul acesta avem :

$$(5 + j\,10)(10 - j\,5) = 11{,}18\, e^{j63°25'} \cdot 11{,}18\, e^{j26°25} = 125\, e^{j37°}.$$

Vom vedea mai tîrziu cum acest număr exponenţial se poate transforma cu ajutorul nomogramei în număr complex sub forma algebrică.

2. $(7 - j\,3{,}5)\ (-8 + j\,2{,}5) = ?$

Procedînd ca mai sus găsim :

$$7 - j3{,}5 = 7{,}8\ e^{-j26°15}$$

$$-8 + j2{,}5 = 8{,}4\, e^{-j(180°-17°15')}$$

deci :

$$(7 - j3{,}5)(-8 + j2{,}5) = 7{,}8\, e^{-j26°15'} \cdot 8{,}4\, e^{j(180°-17°15')} =$$

$$= 7{,}8\, e^{-j26°15'} \cdot 8{,}4\, e^{j\,162°\,45'} = 65{,}52\, e^{j\,136°\,30'}.$$

Pentru transformarea inversă a unui număr complex sub formă exponenţială în număr complex sub forma algebrică, se determină, în funcţie de valoarea lui φ şi semnul exponentului, în care cadran se găseşte vectorul ce exprimă numărul complex respectiv.

In acest caz trebuie să se aibă în vedere că la numărul complex sub forma exponenţială, argumentul φ trebuie să fie mai mic decît 180°. Dacă este mai mare ca 180° trebuie schimbat semnul exponentului iar argumentul luat egal cu $360° - \varphi$.

Valoarea unghiurilor se ia în sensul pozitiv, pornind de la axa valorilor reale $(0 +)$, unghiurile cu semnul $+ j$ se iau în sens invers

acelor unui ceasornic, iar cele cu semnul $-j$, în sensul acelor ceasornicului.

Cunoscînd unghiul α de pe nomogramă se trece la unghiul φ folosind tabela 2.

Tabela 2

Nr. cadranului	1	2	3	4
α	φ	180-φ	180-φ	φ
Semnul părții reale	+	−	−	+
Semnul părții imaginare . .	+	+	−	−

Exemple de mai jos ne vor lămuri.

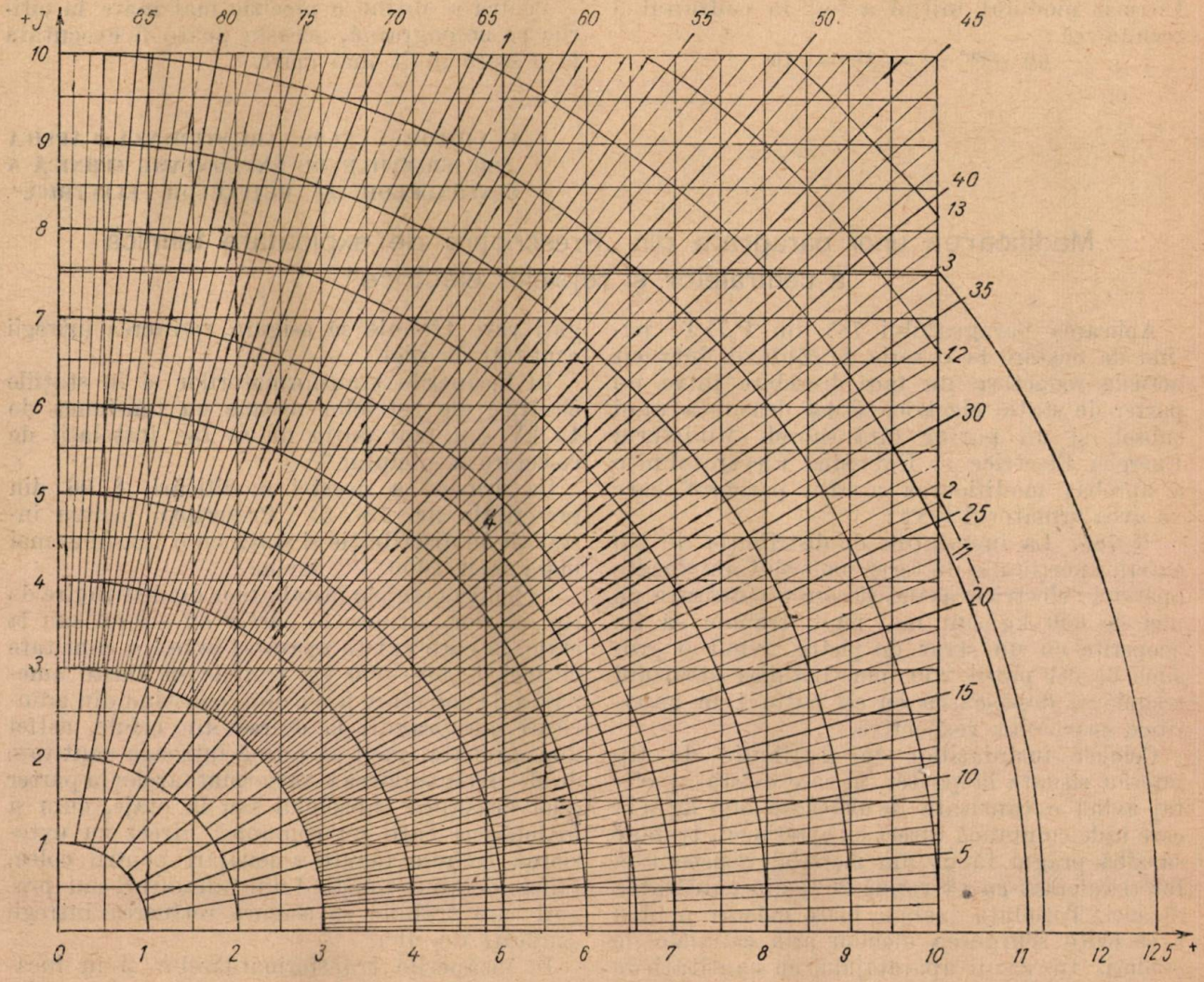


Fig. 1

3. Să se transforme în număr complex sub formă algebrică numărul obținut în exemplul 1, adică să găsim

$$125\ e^{j37^\circ} = ?$$

Pentru modulul 125 găsim pe nomogramă punctul 3.

Valoarea argumentului fiind $\varphi = 37^\circ$ arată că vectorul modulului se găsește în primul cadran, fiind 03. De aci rezultă că :

$$125\ e^{j37^\circ} = 100 + j76$$

deci referindu-ne la exemplul 1

$$(5 + j10).\ (10 - j5) = 100 + j76.$$

4. Să trecem de la rezultatul exemplului 2 adică de la 65,52 $e^{j136^\circ35'}$ la numărul complex sub formă algebrică.

Argumentul este mai mic ca 180° deci ne găsim în cadranul 2.

Folosind tabela 2 găsim că $\alpha = 180^\circ - 136^\circ 30' = 43^\circ\ 30'$.

Din nomogramă, pentru $\alpha = 43^\circ30'$ găsim pentru modulul 65,52 punctul 4, de unde deducem :

Valoarea absolută a părții reale = 47,5

Valoarea absolută a părții imaginare = 45

Din tabela 2 pentru cadranul 2 rezultă că numărul complex este $-47,5 + j\,45$

deci :

$$(7 - j3,5)\ (-8 + 2,5\,j) = 47,5 + j\,45$$

5. Să se transforme numărul complex 60 e^{j230° sub formă algebrică.

Intrucît argumentul φ este mai mare ca 180°, conform celor amintite, trebuie schimbat

semnul exponentului și argumentul luat egal cu $360° - 230° = 130°$.

deci:

$$60\, e^{j230°} = 60\, e^{-j(360°-230°)} = 60\, e^{-j\,130°}.$$

Conform tabelei 2 pentru cadranul 3 avem:

$$\alpha = 180° - 130° = 50°$$

exponentul fiind nagativ unghiurile se măsoară în sensul acelor unui ceasornic pornind de la axa valorilor reale O+.

Pentru $\alpha = -50°$ și modulul 60 vom găsi ca și pentru $\alpha = 50°$:

valoarea absolută a părții reale = 38, iar

valoarea absolută a părții imaginare = 46.

Intrucît modulul inițial a fost în cadranul 3 rezultă că:

$$60\, e^{j230°} = -38 - j\,46$$

Ca verificare, din tabela 1 găsim:

$$-38 - j46 = 60\, e^{-j(180°-50°} = 60\, e^{-j\,130°} =$$

$$= 60\, ^{j\,(360-130)} = 60\, e^{j230°}.$$

După cum se vede, trecerea de la număr complex sub formă algebrică la unul complex sub formă exponențială și invers, cu ajutorul nomogramei prezentate, este foarte ușoară, deci executarea operațiilor de înmulțire, împărțire, ridicare la putere și extragere de rădăcină, la numerile complexe sub formă algebrică, atît de frecvent întîlnite în calculele electrice, este foarte mult simplificată.

Pentru a obține o precizie mai mare la citirile pe nomogramă, aceasta poate fi executată la o scară mult mai mare.

IN AJUTORUL CELOR CARE STUDIAZĂ ȘI APLICĂ „PRESCRIPȚIILE DE EXPLOATARE TEHNICĂ A CENTRALELOR ȘI REȚELELOR ELECTRICE".

Modificarea unor paragrafe din „Prescripțiile de exploatare tehnică a centralelor și rețelelor electrice"

Aplicarea paragrafului 785 din P.E.T. punînd da naștere la o serie de confuzii, întrucît actuala redactare nu face deosebire între un parter de stație electrică situat deasupra unui subsol, și un parter fără subsol, Ministerul Energiei Electrice și Industriei Electrotehnice a aprobat modificarea acestui paragraf care va avea următorul text:

"§ 785. La instalațiile de distribuție de tip exterior porțiunile de teren unde sînt amplasate aparatele electrice avînd fiecare o cantitate de ulei de 600 kg sau mai mult, trebuie să fie acoperite cu un strat de pietriș avînd o grosime de cel puțin 250 mm. Lățimea stratului trebuie să depășească cu cel puțin 1 m gabaritele aparatelor respective.

Celulele instalațiilor de distribuție de tip interior situate la parter, în care există aparataj avînd o cantitate de ulei peste 600 kg și la care ușile comunică direct cu exteriorul, trebuie să aibă pragul făcut din material rezistent la foc și calculat ca să rețină 20% din cantitatea de ulei. Totodată trebuie luate măsuri pentru a se evita scurgerea uleiului prin canalele de cabluri. In cazul aparatajului cu cantități de ulei mai mici decît 600 kg în aceste celule nu se mai fac instalații de colectare a uleiului.

In celulele instalațiilor de distribuție de tip interior situate la parter cu subsol sau la etaje, în care există aparataj avînd o cantitate de ulei de 60 pînă la 600kg trebuie să existe amenajări de colectare a uleiului, constînd în adînciturі sau praguri la ieșirea din celule astfel dimensionate, încît să rețină întreaga cantitate de ulei. La instalarea transformatorilor la parter aflat deasupra subsolului sau la etaje, precum și în încăperi care nu comunică direct cu exteriorul, trebuie făcut amenajări pentru colectarea uleiului, constînd din adînciturі sau praguri care trebuie să asigure reținerea întregii cantități de ulei.

In încăperile transformatorilor și în stațiile electrice ale rețelelor urbane cu tensiunea de 15 kV sau mai puțin nu se fac instalații de colectare a uleiului."

Ca urmare a acestei modificări, § 96 din prescripția nr. 13—54 „Prescripții pentru instalații de distribuție și stații cu o tensiune mai mare decît 1000 V" devine:

"§ 96. In celulele instalațiilor de distribuire de tip interior, situate la parter cu subsol sau la etaje, în care există aparataj avînd o cantitate de ulei de 60—600 kg, trebuie să existe amenajări de colectare a uleiului, constînd din adînciturі sau praguri la ieșirea din celule, astfel dimensionate, încît să rețină întreaga cantitate de ulei. La instalarea transformatoarelor la parter aflat deasupra subsolului sau la etaje, cum și în încăperi care nu comunică direct cu exteriorul, trebuie făcute amenajări pentru colectarea uleiului, constînd din adînciturі sau praguri care trebuie să asigure reținerea întregii cantități de ulei.

In încăperile transformatoarelor și în încăperile celulelor din stații electrice ale rețelelor urbane și rurale cu tensiunea de 15 kV sau mai puțin, nu se fac instalații de colectare a uleiului".

De asemenea M.E.E.I.E. a modificat prima parte a paragrafului 117 și 265 din P.E.T.care au căpătat următorul text:

"§ 117. Pereții interiori ai silozurilor (buncărelor) de beton armat trebuie să fie sclivisiți, suprafața interioară....."

"§ 265. Instalarea la canale de gaze arse pentru ocolirea filtrelor de cenușă este interzisă, cu excepția instalațiilor de cazane cu baterie de cicloane". *Ing. G.I.M.*

Centrală termoelectrică cu abur cu parametri ridicaţi (165 ata, 600°C)

Centrala termoelectrică Kearng (New-Jersey), intrată în funcţiune în annl 1925/26 cu o putere de 334 MW a fost proiectată de la început ca să fie extinsă într-o etapă viitoare. Instalaţia de abur de înaltă presiune (165,5 ata, 593°C), constînd din două grupuri turbogeneratoare cu condensaţie cu supraîncălzire intermediară de cîte 145 MW fiecare şi două cazane de abur de înaltă presiune cu circulaţie forţată de cîte 410 t/h fiecare, reprezintă etapa următoare de extindere a acestei centrale.

Această nouă construcţie este însă legată de vechea instalaţie cel puţin în ceea ce priveşte asigurarea aburului cît şi pe partea de producere a curentului electric.

O particularitate a acestei instalaţii o constituie prepararea prafului de cărbune, care se face în opt mori de cărbune, aşezate într-o hală dublă, amplasată între capetele celor două cazane, cu perpendiculară pe axa sălii cazanelor. Fiecare moară este alimentată din cîte un buncăr cu o capacitate ce cîte 50 t. Fiecare serie de mori deserveşte cîte un cazan de abur. In fig. 1se dă schema termică de principiu a unui agregat cazan-turbină. S-a adoptat schema bloc, cu supraîncălzire intermediară a aburului pînă la 565°C. Preîncălzirea apei de alimentare se face în circuit regenerativ în opt trepte de presiune pînă la temperatura de 264°C. In serie cu preîncălzitorii de suprafaţă alimentaţi cu abur de la prizele nereglabile ale turbinei sînt legaţi şi răcitorii de condensat, răcitorul generatorului, răcitorul de ulei, precum şi răcitoarele de condensat ale turbinei. Supraîncălzirea intermediară a aburului se face în cazanul de abur, la temperatura de 565°C şi presiunea de 32 ata. Pompa de alimentare a cazanului absoarbe apa la 194°C şi o pompează în cazan prin două preîncălzitoare de abur de înaltă presiune, unul alimentat de la priza de 32,2 ata, iar celălalt de la 55 ata. De asemenea aburul de la labirinţi se conduce în preîncălzitoarele prizelor de 6 şi 0,7 ata.

*) Extras din **Das Hochdruckdampf — Kraftwerk Kearny Arhiv für Energie Wirtschaft** nr. 5 (1955) martie p. 183/6.

Datorită parametrilor ridicaţi ai aburului, a preîncălzirii regenerative a apei, a supraîncălzirii intermediare, a pierderilor mici interioare şi a consumurilor foarte mici de energie pentru serviciile interne, consumul specific de căldură pentru energia electrică livrată a fost determinat prin calcul la 2250 kcal/kWh, la care corespunde un randament general al centalei de 38%.

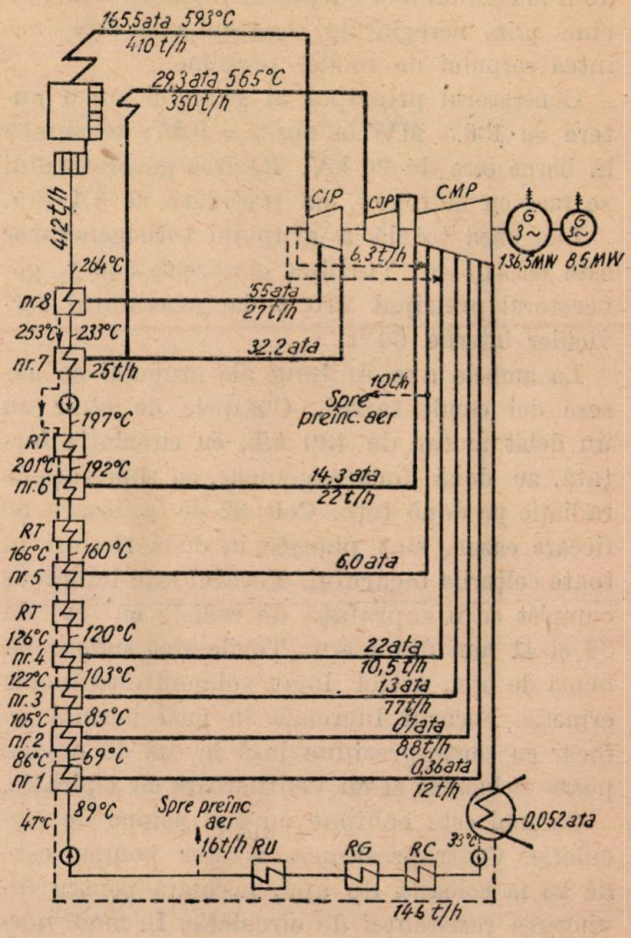


Fig. 1. Schema termică de principiu a centralei: *CIP*—corp înaltă presiune; *CJP*—corp medie presiune; *CIP*—corp joasă presiune; *RC*—răcitor al condensatorului; *RG*—răcitor al generatorului; *RU*—răcitor de ulei; *RT*—răcitor al condensatorului turbinei

In sala maşinilor sînt montate două turbogeneratoare de cîte 145MW fiecare. Parametrii nominali ai aburului de alimentare a turbinelor sînt 165,5 ata, 593°C, iar ai supraîncălzirii intermediare de 565°C şi 32 ata. Turaţia maşinii

este de 3 600 rot/min. Turbina este cuplată direct cu generatorul principal de 136,5 MW şi cu generatorul serviciilor interne de 8,5MW. Excitaţia este produsă cu ajutorul unei maşini speciale de excitaţie de 400 kW. Presiunea în condensator este de 0,052 ata.

Fiecare grup turbogenerator este cu o singură axă şi are trei corpuri, care sînt legate prin cuple rigide. Turbina are un corp de înaltă presiune, de la care se ia o priză nereglabilă, un corp de medie presiune, alimentat cu abur de la supraîncălzitorul intermediar de abur al cazanului şi corpul de joasă presiune, cu cinci prize nereglabile. Lagărul axial este înaintea corpului de medie presiune.

Generatorul principal al grupului are o putere de 136,5 MW la $\cos \varphi = 0{,}85$; tensiunea la borne este de 20 kV. Răcirea generatorului se face cu hidrogen, cu presiunea de 3,1 ata.

Lungimea totală a grupului turbogenerator este de 31,5 m. Turbina cîntăreşte 330 t, generatorul principal 270 t, iar generatorul serviciilor interne 60 t.

La ambele axe în lung ale grupului se găsesc doi condensatori. Cazanele de abur cu un debit unitar de 430 t/h, cu circulaţie forţată, au două focare gemene, cu suprafaţa de radiaţie pe două feţe. Cele 32 de arzătoare pe fiecare cazan, sînt plasate în două rînduri în toate colţurile focarului. Focarul este îmbrăcat complet cu o suprafaţă de radiere cu ţevi de 38 şi 41 mm diametru. Ţevile sînt sudate cu benzi de oţel, astfel încît volumul este închis ermetic. Focarul lucrează în mod normal ca focar cu contrapresiune însă în caz de nevoie poate să lucreze şi cu ventilatoare de aspiraţie.

Cazanul este echipat cu trei pompe de circulaţie. Contrapresiunea acestor pompe este de 28 m coloană de apă, necesară pentru învingerea rezistenţei de circulaţie. In mod normal se lucrează numai cu două pompe. In caz excepţional se poate funcţiona şi numai cu o pompă, însă numai la 60% din sarcina cazanului. Pompele sînt legate direct la ţevile de coborîre, în timp ce conductele de presiune sînt legate cu tamburii inferiori ai cazanului în care sînt şi obturatoarele pentru reglarea împărţirii apei în secţiunile unitare.

Cazanul de abur este înglobat în construcţia de rezistenţă a sălii cazanelor.

In drumul ascendent al gazelor de ardere, între focar şi ultimile suprafeţe de încălzire, este plasată partea caldă a supraîncălzitorului de abur şi a supraîncălzitorului intermediar. In drumul coborîtor al gazelor de ardere sînt : partea rece a supraîncălzitorului, economizorul şi două preîncălzitoare de aer regenerativ. In afara sălii cazanelor se găsesc electrofiltrele combinate cu baterie de cicloane. Coşul de fum are o înălţime de 120 m.

Pentru reglarea supraîncălzirii, cazanele sînt prevăzute cu ventilatoare de întoarcere, care absorb gazele după economizor şi le trimit în focar. Reglarea supraîncălzirii, respectiv a supraîncălzirii intermediare, se obţine prin variaţia înclinării arzătoarelor, ca şi prin injecţii suplimentare.

Alimentarea serviciilor interne ale centralei se face de la generatorii de servicii interne de 8,5 MW, cuplaţi pe axa turbinei. Toate serviciile interne ale centralei sînt electrice, inclusiv motoarele de cîte 3 000 CP de antrenare a pompelor de alimentare ale cazanelor. Fiecare cazan este prevăzut cu cîte două electropompe, iar ca rezervă pentru ambele cazane, este prevăzută o a cincea pompă identică cu primele, antrenată tot electric. Pompa de rezervă se cuplează automat la căderea alimentării.

Centrala este comandată dintr-un post central amplasat între sala maşinilor şi a cazanelor.

Una din problemele importante ce s-au pus la stabilirea echipamentului, a fost aceea de alegere a materialelor. In afară de grupul turbogenerator, se foloseşte oţel cu austenit şi ca material pentru conducte curbe în partea caldă a supraîncălzitorului ca şi pentru conductele de abur care sînt găurite sau îndoite. Oţelul are un conţinut de carbon de maximum 0,08%. De asemenea conţine mangan 2%, siliciu 1%, crom 17 — 19% şi nichel 9 — 12%. Stabilizarea oţelului se obţine printr-un adaus de niobiu, în proporţie de 10 ori conţinutul de carbon. Conducta de abur supraîncălzit intermediar este sudată.

i.b.

Centrală electrică mobilă cu turbină cu gaze

In anul 1955 s-au construit primele centrale electrice mobile ale căror mașină de antrenare o constitue o turbină cu gaze.

Astfel :

— în numărul 14 din iulie 1955 al revistei „Archiv für Energiewirtschaft", este descrisă centrala electrică mobilă de 2 400 kW construită de firma „Svenska Turbinfabriks Artieboleget Ljungstroem (S.T.A.L.)" din Suedia;

— în numărul din septembrie 1955 al revistei „Electrical Engineering" se dau cîteva date informative asupra centralei electrice mobile de 5 500 kW, construită de firma „Clark Brothers Comoany of Olean din Statele Unite ale Americii iar,

— în numărul 10 din octombrie 1955 al revistei „Brown Boveri Mitteilungen" este descrisă centrala electrică mobilă de 6 200 kW, construită de firma Brown Boveri din Elveția.

In comparație cu centralele electrice mobile existente (Diesel și cu abur) superioritatea noilor tipuri de centrale este evidentă. Pentru ilustrarea acestui lucru datele din tabela 1

Tabela 1

Mașina de antrenare	Puterea, kW	Nr. vagoanelor	Lungimea totală, m	Greutatea t,	Puterea pe metru de lungime, kW/m	Greutatea pe kW kg/kW	Personal de schimb
Motor Diesel	1 000	1	16	80	62	80	2
Turbină cu abur	10 000	4	90	610	111	61	5
Turbină cu gaze	6 200	2	42	236	147	38	3

sînt edificatoare. Această tabelă conține cîteva cifre caracteristice ale fiecărei din cele trei tipuri de centrale fabricate de o aceiași firmă (Brown Boveri), ele rămînînd principial valabile și pentru centralele mobile cu turbine cu gaz fabricate de celelalte firme mai sus amintite. După cum se vede, în cazul turbinei cu gaze pe fiecare metru de lungime a vagonului revine o putere instalată cu 250% mai mare decît în cazul centralei mobile cu motor Diesel și cu 30% mai mare decît în cazul turbinei cu abur. Greutatea ce revine pe unitatea de putere la centralele electrice mobile cu turbine cu gaze este pentru fiecare kilovat numai jumătate din cea a centralelor cu motoare Diesel și două treimi din cea a centralelor cu turbină cu abur.

La avantajul esențial al centralelor electrice mobile cu turbină cu gaze, acela că ele nu au nevoie de apă de răcire, se adaugă și acela că utilizează drept combustibil păcura de cracare care este mult mai ieftină decît motorina.

Centrala este formată din două vagoane (fig. 1)

Primul vagon conține : compresorul de aer (*1*), camera de ardere (*2*), turbina cu gaze (*3*), generatorul electric (*4*) excitatricea (*5*), care totodată servește și ca motor de pornire, rezervorul de zi pentru combustibil (*6*) și tabloul de control aflat în camera de comandă (*7*) a turbinei cu gaze.

Al doilea vagon conține : celula de înaltă tensiune (*8*), transformatorul principal (*9*) izolatoarele de trecere (*10*) la care se leagă liniile de plecare, motorul auxiliar Diesel (*11*), bateria de pornire (*12*), precum și instalația de joasă tensiune pentru serviciile interne ale centralei.

Vagonul care conține turbina cu gaze are o lungime de 23 m și cîntărește 158 *t* iar vagonul cu stația electrică este lungă de 19 m și cîntărește 78 t.

Centralele mobile cu turbină cu gaze fabricate STAL din Suedia sau de Clark Brothers Company Of Olean din SUA sînt montate pe un singur vagon. Pentru pornirea acestor centrale servește un motor Diesel și nu însăși excitatricea alimentată dintr-o baterie de acumulatoare, ca la centrala mobilă Brown Boveri.

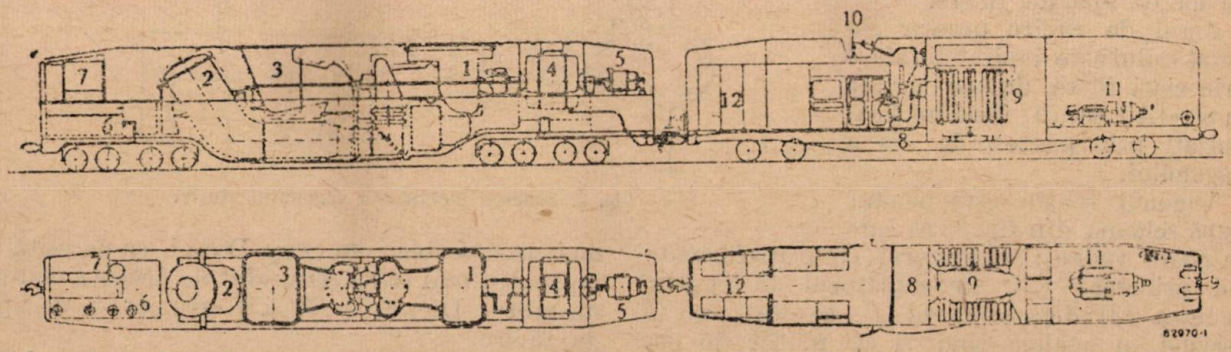


Fig. 1. Vedere de ansamblu.

Din cauză că părțile care se rotesc (turbină, suflantă, generator) umplu aproape complet profilul căii, în spațiul rămas liber nu a fost posibil ca să se monteze două conducte separate pentru legătura între suflantă și camera de ardere și

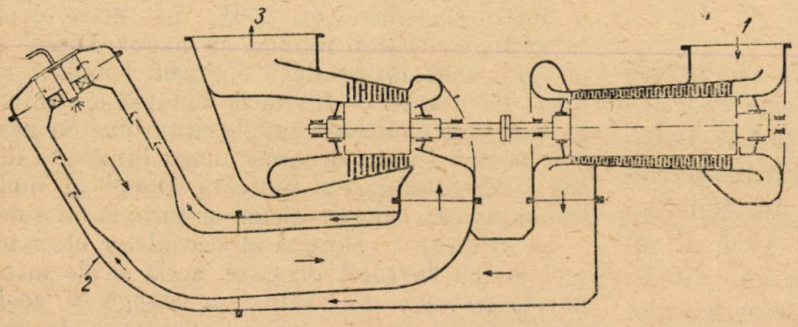


Fig. 2. Amsamblul, suflantă, camera de ardere, turbină, atmosferă (*3*).

între camera de ardere și turbina cu gaze, firma Braun Boveri a recurs la o soluție foarte ingenioasă. Cele două conducte au fost montate concentric una întralta (fig. 2), astfel că aerul după ce iese din suflantă trece, în direcția săgeții, prin spațiul dintre cele două conducte și intră în camera de ardere (*2*) unde își schimbă direcția. Aci, după ce se amestecă cu gazele de ardere pătrunde în conducta interioară către turbina cu gaze, după care este evacuat în atmosferă (*3*).

De asemenea pentru a nu se depăși în înălțime gabaritul căii, camera de ardere a fost așezată oblic. Căldura existentă în gazele evacuate din turbină este folosită pentru încălzirea combustibilului (în cazul cînd acesta este păcura de cracare); aceasta în scopul de a-i asigura o viscozitate corespunzătoare unei bune pulverizări. Pentru acest scop, o parte din gazele evacuate trec prin niște serpentine aflate în rezervoarele de combustibil.

Un răcitor de ulei, suficient de mare, este așezat în gura de aspirație a suflantei ceea ce face ca instalația să nu aibă nevoie de apă de răcire.

Aerul de răcire necesar generatorului este aspirat din afară prin mari filtre de aer situate în pereții laterali, fiind apoi expulzați prin partea de sus a vagonului.

Vagonul stație este montat după schema din fig. 3, pe care se poate vedea: generatorul (*1*), transformatorul principal (*2*), întrerupătorul de legătură la rețea (*3*) descărcătorul (*4*), excitatricea (*5*) servind în același timp și ca motor de pornire, rezistențele de pornire (*6*) bateria de pornire (*7*), transformatorul pentru serviciile interne (*8*) grupul Diesel-generator (*9*), racordul (*10*) pentru alimentarea circuitelor secundare și a mecanismelor serviciilor interne ale centralei, grupul generator (*11*) pentru încărcarea bateriei de pornire și bateria (*12*) de pornire a grupului Diesel.

Datorită avantajelor pe care le prezintă întrerupătorul cu aer comprimat (timp de conectare scurt, lipsa uleiului și deci a pericolului de incediu), acesta a fost preferat, cu toate că este unul singur și este nevoie numai pentru el de o instalație proprie de aer comprimat.

Folosirea pentru pornire a unei baterii și nu ca de obicei a unui grup Diesel a fost necesară fiindcă pentru punerea în mișcare a turbinei cu gaze, și după aceasta în următoarele 5 minute, este necesară o putere de circa 250 kW pentru care ar fi nevoie de un grup Diesel prea mare ce ar trebui să funcționeze la intervale foarte rare și atunci numai scurt timp. O baterie de acumulatoare însă, poate suporta pentru scurt timp o suprasarcină, ea se descarcă în timpul pornirii putînd fi încărcată din nou în timpul funcționării turbinei cu gaze. Bateria este astfel dimensionată ca centrala să poată fi pornită de 3 ori în decurs de 15 min, socotind pentru fiecare pornire în mediu cîte 5 min. In afară de faptul că o baterie este mai ieftină și

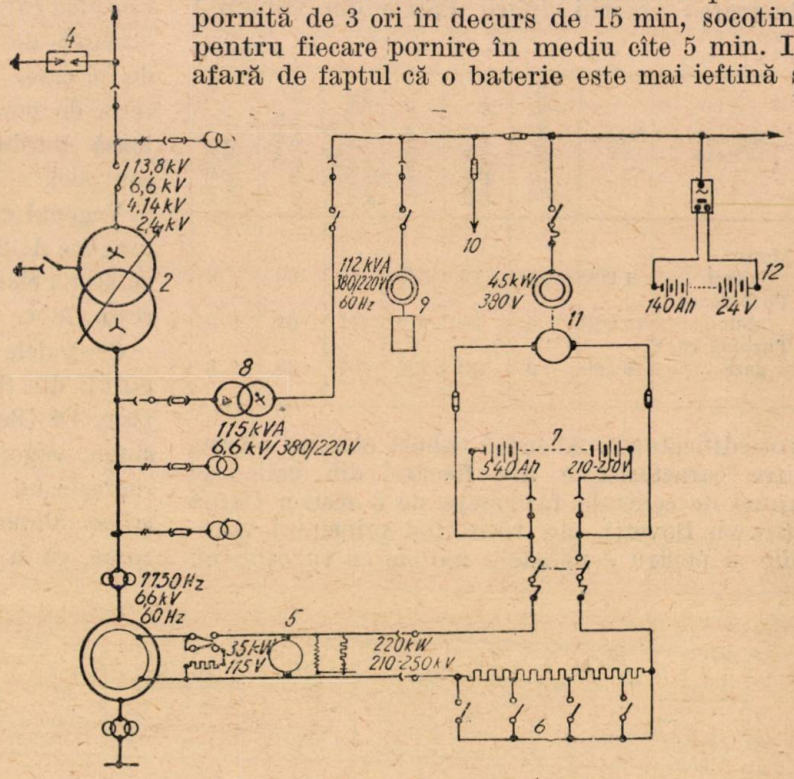


Fig. 3. Schema electrică a vagonului stație.

mai ușoară decît un grup Diesel, ea necesită și un spațiu mai redus. Deosebit de aceasta pentru un motor Diesel de 250 kW este nevoie de apă de răcire.

Grupul Diesel (*11*) din fig. 1 de 100 kW, 1 500 rot/min și răcit cu aer, servește pentru

încărcarea bateriei de pornire după un timp mai îndelungat de nefuncționare a centralei în special înainte de punerea ei în funcțiune într-un nou punct, precum și pentru acționarea compresorului de aer comprimat. In timp ce bateria

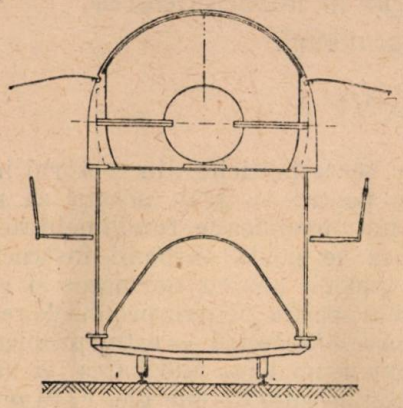


Fig. 4. Secțiune transversală prin mijlocul vagonului turbinei cu gaze.

mare este rezervată exclusiv pentru pornirea turbinei cu gaze, grupul Diesel servește în timpul pornirii pentru alimentare cu curent a tuturor circuitelor secundare și a mecanismelor serviciilor interne ale centralei.

Centrala are următoarele caracteristici :

Puterea la bornele generatorului	6 200 kW pt cos φ = 0,8
Numărul rot. turbinei cu gaze	3 600 rot/min
Frecvența	60 Hz
Tensiunea generatorului	6,6 kV
Tensiuni secundare la transformator	2,4 ; 4,16 ; 6,6 și 13,8 kV.
Temperatura aerului la intrare în suflantă	20°C
Randamentul termic raportat la puterea la bornele generatorului	19,1 %
Combustibil	motorină pentru pornirea apoi păcura de cracare.

O particularitate a centralei mobile STAL constă în faptul că generatorul nu este cuplat direct cu axul turbinei cu gaze care are 5 600 rot/min ci prin intermediul unui reductor de viteză pînă la 3 000 rot/min.

O altă particularitate, întrucîtva neobișnuită a centralei de fabricație STAL este dirijarea aerului ieșit din compresor în șase camere de ardere în care gazele intră direct și folosirea de aprinzătoare separate în fiecare cameră de ardere.

Inainte de punerea în funcțiune a centralei ajunsă la locul de utilizare se face pregătirea pentru pornire, care constă în :

— fixarea pe șine, cu ajutorul buloanelor de sprijin a boghiurilor vagonului turbinei cu gaze ;

— deschiderea clapelor din acoperiș, montarea platformelor, de o parte și de alta a vagonului și montarea scărilor, după care vagonul cu turbina cu gaze se prezintă în secțiune ca în fig. 4.

— așezarea conductelor de combustibil între vagoanele cisterne și pompele de alimentare ;

— montarea amortizoarelor de sunet (nu sînt absolut necesare) ;

— legarea la pămînt a șasiului vagoanelor.

— reglarea transformatorului principal pentru tensiunea rețelei locale pe care o va alimenta ;

— executarea racordului la rețeaua locală ;

— verificarea succesiunii fazelor rețelei locale cu cea a barelor centralelor electrice ;

— montarea cablurilor de înaltă tensiune și de comandă între vagoane.

Pentru punerea în funcțiune a centralei este nevoie de cîte un mecanic în camera de comandă a fiecărui vagon și de o a treia persoană de control. Din starea de repaos centrala poate ajunge la sarcina nominală în 15—20 min. Operațiile de punere în funcțiune se succed în ordinea următoare :

— pornirea grupului Diesel auxiliar ;

— conectarea pompelor și a dispozitivelor de comandă ;

— conectarea la bateria de pornire a motorului de antrenare (excitatrice, în regim normal de funcționare) ;

— aprinderea combustibilului în camera de ardere în momentul cînd turbina cu gaze are circa 20 % din turația nominală ;

— ridicarea numărului de rotații la 3 600 rot/min. In momentul cînd acesta este jumătate din cel nominal, motorul de pornire se deconectează automat ;

— sincronizarea cu rețeaua locală și încărcarea centralei ;

— conectarea mecanismelor serviciilor interne ale centralei pentru alimentare de la transformatorul acestor servicii ;

— oprirea grupului Diesel.

Diagrama din fig. 5 reprezintă curbele după care variază intensitatea (I) a curentului debi-

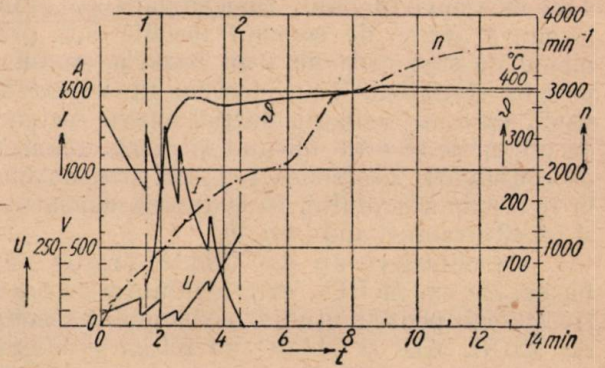


Fig. 5. Curbele de variație a diferiților parametrii la pornirea turbinei cu gaze.

tat de baterie, tensiunea acesteia (U) numărul de rotații pe min (n) și temperatura turbinei cu gaze (δ), din momentul începerii rotirii ei și pînă ajunge la turația nominală, precum și cele mai caracteristice momente ale procesului de pornire. Momentul *1* reprezintă aprinderea combustibilului atunci cînd turația turbinei cu gaze (curba n) a atins 20 % din cea nominală iar momentul *2* acel al tăierii alimentării motorului de pornire, ce are loc automat atunci cînd turația turbinei a atins 50 % din cea nominală.

Ing. G.I.M.

Analiza consumului specific de energie în întreprinderile cu procese de fabricație continui*)

Ing. NAGY C. și *Ing. PĂNOIU N.*

Se va arăta în cele ce urmează modul de studiere a consumurilor specifice de energie la procese cu flux tehnologic continuu, înțelegînd prin acestea procesele la care există o curgere continuă de material de la intrarea materiei prime, pînă la ieșirea produsului finit.

S-a făcut această delimitare întrucît este bine ca această acțiune să înceapă cu studiul consumului specific pentru întreprinderile cu flux tehnologic continuu care este relativ mai simplu și întrucît la studiul acestor probleme se merge de la simplu la complex.

Această delimitare este justificată și prin faptul că procesele tehnologice cu flux continuu cuprind cea mai mare parte din consumul industrial de energie al țării.

Trebuie arătat că nu numai în Uniunea Sovietică dar și în unele țări de democrație populară, normarea consumului specific de energie și în deosebi de energie electrică este într-un stadiu foarte avansat, lucru care în parte se explică printr-un nivel industrial mai ridicat și în alte părți prin strangulări în alimentarea cu energie.

La noi în țară această problemă a fost abordată de numai doi ani. Deocamdată s-a ajuns la cîteva norme de consum specific date prin planul de stat care nu s-au bazat pe studii ci pe cifre statistice. S-au efectuat un număr de studii care au acoperit parțial cîteva sectoare de producție și s-au obținut și unele reduceri de consumuri. Asemenea reduceri s-au obținut în industria petrolului, în industria cimentului și în alte ramuri industriale.

Unele ministere au dat atenție acestei probleme. De ex. M.I.U., care a înființat un colectiv special pentru studiul consumului specific iar MICH, MIP și MIMC au inițiat studierea consumului specific de energie într-o serie de intreprinderi.

Unele institute departamentale ca ICECHIMul au înțeles de la început legătura organică care există între problemele energetice și tehnologice.

Anul 1956 înseamnă o cotitură în această acțiune, atrăgîndu-se la studierea consumului specific de energie și la reducerea acestor consumuri, întreprinderile industriale mai însemnate și institutele de cercetări departamentale.

In acest an se vor întocmi studii de consum specific de energie, pentru unele produse principale, în toate fabricile din sectorul industrial respectiv pentru ca prin aceata să se poată fixa norme republicane fundamentate științific — și să se poată întocmi instrucțiuni cu caracter general pentru normarea și reducerea consumului specific pentru produsele respective.

Evidența energetică — este problema centrală pentru analiza, normarea și reducerea consumului specific de energie. Fără o evidență bine pusă la punct, atît analiza, cît și urmărirea consumurilor specifice de energie , rămîne o problemă pur formală, fără să-și atingă nici în cea mai mică măsură scopul.

Pe baza experienței de pînă acum a colectivului Institutului de Energetică al Academiei R.P.R. se poate afirma că evidența consumului de energie în intreprinderile industriale este în majoritatea cazurilor nesatisfăcătoare. De exemplu, unele întreprinderi mari consumatoare de energie electrică nu posedă contoare electrice și cumpără energie în paușal, sau întreprinderi cu centrală proprie livrează energie electrică unor comune, unor cartiere, sfaturilor populare, etc fără nici o evidență sau chiar mai mult în unele cazuri sînt încărcate cu această cantitate de energie secțiile productive, grevînd prin aceasta consumul de energie al secției și prețul de cost al produsului secției respective. Coloniile muncitorești și grupurile sociale în mod regulat sînt alimentate cu energie electrică abur sau gaze fără nici o evidență intermediară.

In ceea ce privește evidența consumului de combustibil, situația este complet nesatisfăcătoare. In cea mai mare parte a întreprinderilor, exceptînd centralele electrice, evidența consumului de combustibil o ține serviciul de contabilitate.

In majoritatea cazurilor, în special în cazul combustibilului solid și lichid, vagoanele nu sînt descărcate complet depozitarea se face în condiții necorespunzătoare, manipularea se face cu multă risipă.

Tratarea în felul acesta a depozitelor de combustibil conduce în cele mai multe cazuri la degradarea acestuia. Problema calității combustibilului și respectarea de către întreprinderile furnizoare de combustibil ale constanțelor fizico-chimice a acestuia (putere calorifică, umiditate, cenușă, granulație) nu este urmărită.

Nerespectarea acestor caracteristici conduce de cele mai multe ori la risipă inutilă de combustibil prin funcționarea necorespunzătoare a

*) Din referatul întocmit de Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

agregatelor consumatoare, falsificîndu-se totodată toată evidența consumului de combustibil.

Evidența consumului de căldură sub formă de abur și apă caldă este de asemenea defectuoasă. Din lipsa aparatelor de măsură, consumurile de căldură se apreciază în general de către responsabilul sălii cazanelor. In această direcție este totodată de remarcat lipsa de preocupare pentru menținerea în funcțiune a aparatelor de măsură existente.

Greșita repartiție a consumurilor pe secții și contabilizarea eronată pe întreprindere conduce la falsificarea prețului de cost a produselor și la o evaluare superficială a consumului specific.

In unele întreprinderi există un formalism pronunțat în problema evidenței energetice și contra acestei situații trebuie luptat continuu.

Pentru urmărirea consumului specific nu este însă suficientă cunoașterea consumurilor totale de energie, ci în același timp trebuie cunoscute și cantitățile de producție finită-semifabricate și materii prime (pe sortimente) care au intrat și au rezultat din procesul tehnologic respectiv.

Evidența producției finite, din motive contabile și comerciale este în general bine pusă la punct, însă evidența semifabricatelor care nu părăsesc fabrica, a producției secțiilor sau a materiilor prime ori nu exista de loc, ori se face pe baza aprecierilor contabile cu chei necontrolate și neverificate. De exemplu la o fabrică de ciment, producția cuptoarelor de clinker nu se urmărește decît prin calcul pe baza producției finite, cu toate că la fiecare cuptor există un cîntar automat care însă în general nu funcționează.

Orice acțiune de analiză, normare și reducere a consumului specfic, trebuie să înceapă cu organizarea temeinică a evidenței energetice și de producție pentru ca rezultatele căpătate să reflecte situația reală din întreprinderea respectivă.

Multe fabrici aduc ca argument, pentru neurmărirea consumurilor de energie și a producției, lipsa aparatelor de măsură (contoare electrice, de abur, de gaz, cîntare etc.) Este adevărat că înzestrarea întreprinderilor cu această aparatură și în special cu aparate pentru măsurarea consumului de energie termică este nesatisfăcătoare, că o parte din aparate sînt defecte, sau dereglate. Aici ar trebui să intervină Direcția Metrologiei, care în momentul de față se mulțumește numai cu constatarea funcționării normale sau anormale a aparatelor fără însă să ia măsuri concrete pentru reetalonarea sau repararea lor.

Sînt totuși multe cazuri unde aparatele de măsură există însă nu sînt utilizate, din lipsa de organizare, din inerție, din obișnuință sau chiar pe motivul că secția respectivă nu vrea să poată fi controlată. De exemplu la o fabrică unde vagonetii cu semifabricate trec în mod obligatoriu peste un cîntar, operația de cîntărire nu se face deși cîntarul este în stare de funcționare.

In problema aparatelor trebuie însă arătat că nici ministerele nu dau suficientă atenție înzestrării întreprinderilor cu aparate de măsură cu toate că aceste aparate nu servesc numai la urmărirea consmului de energie, dar în același timp condiționează și o justă conducere a procesului tehnologic (de exemplu la cuptoare electrice, electroliză, cuptoare Simens Martin furnale, etc.)

Ministerul Energiei Electrice și Industriei Electrotehnice trebuie să accelereze fabricarea contoarelor electrice și în deosebi a celor trifazate pentru o cît mai grabnică înzestrare a întreprinderilor cu aparatură de acest gen. De asemenea, Ministerul Industriei Metalurgice și Construcțiilor de Mașini, trebuie să se ocupe cu fabricarea aparatelor pentru urmărirea consumului de căldură (debitmetre de gaz și de abur — contoare — pirometre etc.).

Lupta pentru introducerea și urmărirea evidenței energetice și de producție pe baze reale trebuie să fie unul din obiectivele principale ale activității, cu atît mai mult cu cît întreprinderile productive, cu motivarea sarcinilor de plan de producție caută să neglijeze sau să execute formal aceste operații atît de importante.

Sînt întreprinderi care au avut introdusă o evidență suficient de bună pentru a putea fi urmărit atît pocesul tehnologic din toate punctele de vedere cît și cantitatea și calitatea producției finite, semifabricatelor și materiei prime. Aceste întreprinderi de multe ori posedă și formulare tipărite în acest scop, însă cu timpul a crescut numărul rubricilor necompletate, fie din cauza defectării aparatelor de măsură, fie din comoditate, încît astăzi se pot găsi formulare destul de mari în care sînt completate numai două sau trei rubrici și de multe ori și acestea inexact.

Aceia care consideră operațiile pentru ținerea unei evidențe corecte ca neproductive, se mențin pe poziția unei industrii înpoiate din toate punctele de vedere și renunță la o justă conducere a procesului tehnologic uitînd că umărirea consumurilor de energie este cheia conducerii științifice a tuturor proceselor de producție.

La analiza consumului specific de energie trebuie executate o serie de măsuri pregătitoare pentru punerea la punct a evidenței energetice și de producție de pe o parte și pentru buna desfășurare a lucrărilor pentru analiza, normarea și reducerea consumurilor specifice de energie, pe de altă parte.

Lucrările pregătitoare trebuie să înceapă totdeauna cu întocmirea schemei fluxului tehnologic și a fluxului energetic, care are drept scop să dea o imagine sinoptică clară — a procesului tehnologic și a alimentării acestuia cu energie de diferite forme pentru ca pe baza acesteia să se poată indica măsurile ce trebuie luate pentru organizarea evidenței consumului specific de energie.

La întocmirea acestor scheme trebuie să se aibă tot timpul în vedere scopul pentru care au fost întocmite, adică ele să nu conțină detalii care nu servesc pentru lămurirea problemei propriu zise.

In general în această schemă trebuie să se cuprindă :

— Impărțirea procesului tehnologic în secții și subsecții cu separarea în cadrul acestora a agregatelor mari consumatoare de energie către care trebuie îndreptată atenția la studiul și reducerea consumului specific de energie.

— Intrările de materii prime și ieșirile de produse finite și semifabricate, din fluxul tehnologic.

Posibilitățile de măsură a cantității și calității materiei prime semifabricatelor și producției finite.

— Locurile unde sînt posibile stocuri intermediare importante.

— Căile de alimentare cu energie electrică, termică, combustibil etc.

— Posibilitățile de măsură a cantităților acestei energii și a parametrilor ei (tensiune, presiunea aburului și a gazelor temperatura etc).

Intocmirea acestei scheme este foarte importantă deoarece de ea depinde în bună parte, desfășurarea normală a lucrării pentru analizarea consumului specific de energie. De aceea această operație trebuie făcută foarte atent pentru a nu cuprinde erori.

A doua operație pregătitoare pentru studiul consumului specific de energie, o constituie alegerea unității de măsură pentru producție, la care se va raporta consumul de energie pentru a se găsi consumul specific.

Aceasta poate fi una din unitățile uzuale (tona, metri, bucăți etc) în cazul cînd producția este omogenă și cînd consumul de energie variază proporțional cu cantitatea de producție exprimată în aceste unități. In cazul producției cu mai multe sortimente — se poate exprima producția fie în unități uzuale afectate de un parametru, care definește sortimentul respectiv, fie în unități echivalente, care exprimă consumurile specifice ale diverselor sortimente printr-un sortiment considerat drept bază, (tractor normal) sau prin unități convenționale care au ca scop să exprime just cantitatea de energie din produsul respectiv cînd acesta nu poate fi exprimat în unități uzuale — (kilonumăr, mii bătăi în filatură și țesătorie etc).

Trebuie avut grije ca aceste unități să fie cuprinse în evidența de producție a întreprinderii respective sau să se poată face legătura între aceste unități și cele ce se urmăresc în mod normal în evidența de producție a fabricii.

In afară de aceasta trebuie stabilit de la început perioada de timp în cadrul căreia se vor înregistra valorile diferiților parametri și a cantităților de energie și producție sau a valorilor medii ale acestora. In această operație trebuia ținut seama de graficul de lucru al agregatului secției sau întreprinderii respective, de ciclul producției, de eroarea sistemelor de măsură și de stocurile intermediare din procesul tehnologic.

Tot ca o măsură pregătitoare trebuie considerată și punerea la punct a procesului tehnologic în așa fel încît valorile înregistrate să reflecte o situație normală de funcționare. In acest scop trebuie asigurată alimentarea necontenită cu energie și materie primă de calitate corespunzătoare, trebuie asigurată exploatarea normală, ungerea la timp etc.).

Toate aceste măsuri pregătitoare au ca scop desfășurarea normală a studiului consumului specific de energie și ca atare trebuie tratate cu multă atenție. După posibilitățile practice și după scopul studiului, pentru analizarea consumului specific de energie electrică, energie termică și combustibil se pot aplica mai multe metode. Se va căuta să se arate în ce constă esența acestor metode, avantajele și dezavantajele aplicării lor practice și domeniile cele mai indicate pentru aplicare.

Metodele pentru determinarea consumului specific se pot clasifica în felul următor :

a) metoda statistică;
b) metoda de calcul;
c) metoda experimentală;
d) metode combinate.

a) *Metoda statistică*, care pînă nu de mult timp era singura metodă aplicată la noi pentru determinarea consumului specific, se bazează pe determinarea consumului specific ca o medie a datelor statistice de consum de energie și de producție din o anumită perioadă.

Această metodă fiind cea mai simplă a găsit o largă răspîndire, însă utilizarea ei izolată nu are aproape nici o valoare pentru că pe de o o parte datele statistice au suferit ajustări prin serviciile de planificare și de contabilitate și pe de altă parte au fost înregistrate cîteodată după anumite aprecieri.

Fiind vorba de o medie aritmetică nu există nici o posibilitate de a se obține indicații asupra valorii acestor date. Normele pe anul 1955 în domeniul consumului de energie au fost stabilite pe baza acestor date întrucît existau numai cîteva studii sporadice de consum specific de energie electrică.

In afară de aceasta, din datele statistice nu se poate trage nici o concluzie în legătură cu reducerea consumului de energie.

In Uniunea Sovietică această metodă a fost folosită la începutul acțiunii normării și reducerii consumului specific de energie însă acum ea nu mai este admisă ca bază de normare.

Datele statistice de producție și de consum de energie pentru ultimii ani trebuie utilizate critic independent de metoda utilizată pentru studiul consumului specific de energie electrică pentru că pot servi ca termen de comparație.

b) *Metoda de calcul*, se bazează pe evaluarea consumurilor de energie utilă și a pierderilor cu ajutorul unor formule fizico-chimice teoretice și empirice și pe baza acestora se poate întocmi bilanțul energetic și caracteristicile energetice pentru agregatul respectiv.

Avantajul acestei metode constă în aceea că indică consumurile teoretice necesare avînd în același timp și limita inferioară către care se poate tinde. Face totodată posibilă analizarea amănunțită a pierderilor. Dacă rezultatele nu sînt însă comparate cu anumite ridicări experimentale de control, metoda de calcul nu are o valoare deosebită.

In general metoda de calcul trebuie considerată ca o metodă ajutătoare care se utilizează pentru completarea celorlalte metode și care rare ori se aplică izolat.La procesele tehnologice complexe nu se pot găsi formule teoretice simple și cîteodată nici formulele empirice pe baza cărora s-ar putea efectua asemenea calcule, de aceea sfera de aplicare a metodei de calcul este limitată.

Metoda aceasta poate fi ușor aplicată în special pentru unele procese tehnologice — chimice sau analoage lor și în procesele tehnologice electrotermice.

In majoritatea cazurilor această metodă nu poate fi aplicată decît la studiul pe agregate.

c) *Metoda experimentală* este cea mai precisă și în același timp cea mai fructuoasă pentru că se bazează pe măsurători făcute chiar pe agregatele, întreprinderii respective și presupune o analiză amănunțită a procesului tehnologic și a utilizării energice, încît de aici rezultă în mod firesc măsurile pentru reducerea consumurilor specifice de energie.

Esența acestei metode constă în efectuarea unei experiențe, la care agregatul este pus în stare normală de funcționare și unde variația unor parametri tehnologici sau energetici se face în mod planificat pe baza indicațiilor conducătorului experienței, menținîndu-se ceilalți parametrii în condiții normale pe cît posibil constante. Acolo unde nu este posibil se urmărește variația spontană a parametrului respectiv — analizîndu-se totodată și ceilalți parametrii ca să nu varieze în limite largi.

Pe baza acestor experiențe se construiesc caracteristicile energetice direct sau se întocmește bilanțul energetic care servește la tragerea concluziilor practice de exploatare normală și de reducere a consumului specific de energie.

Metoda experimentală presupune de asemenea luarea unor măsuri menite să reducă consumurile specifice de energie să îmbunătățească tehnologia respectivă și să urmărească eficacitatea economică a acestor măsuri.

Metoda experimentală așa cum a fost arătată mai sus prezintă o serie de dezavantaje printre care se enumeră următoarele:

— cere un număr mare de instrumente de măsură din care unele nu fac parte din aparatajul care servește la urmărirea curentă a procesului tehnologic.

— cere o tehnicitate mai ridicată din partea procesului la care se aplică — și de asemenea cere o organizare deosebit de minuțioasă a evidenței;

— partea cea mai dificilă o constituie însă necesitatea punerii la punct a agregatelor și efectuarea unor modificări în tehnologia respectivă pentrucă în felul acesta se va putea contribui la îmbunătățirea exploatării procesului tehnologic.

Metoda experimentală este deosebit de indicată la întocmirea bilanțurilor energetice pe agregatele mari consumatoare de energie sau la studiul consumului specific al agregatelor importante în procesul tehnologic.

c) *Metodele combinate* sînt cele mai des utilizate. Rare ori se va găsi o situație unde se poate aplica una din metodele de mai sus izolat, de cele mai multe ori va fi necesar să se recurgă la combinarea acestor metode. Astfel de exemplu la întocmirea bilanțurilor energetice este necesar uneori să se recurgă la combinarea acestor metode, încît consumul teoretic necesar și unele pierderi se vor determina pe bază de calcul, iar celelalte poziții ale bilanțului se vor determina experimental.

In cazul acesta s-a aplicat o combinare între metoda experimentală și de calcul.

Se pot de asemenea determina caracteristicile energetice sau bilanțul energetic pe baza metodei de calcul, avînd la bază unele date obținute din statistică iar celelalte ridicate experimental.

Cea mai simplă și cea mai larg aplicabilă este metoda experimentală statistică care se bazează pe datele statistice referitoare la producție și la consumul de energie pentru o perioadă mai lungă și pe o serie de măsurători executate pe agregate pe secții sau chiar pe fabrică. Datele astfel obținute se introduc în diagrame, pe baza lor se calculează caracteristicile energetice care exprimă variația consumului de energie și a consumului specific în raport cu cantitatea de producție sau cu productivitatea medie.

Inainte de ridicarea datelor experimentale care în general se referă la o perioadă mai scurtă se va căuta să se aducă procesul tehnologic într-o situație normală de funcționare. Rezultatele astfel obținute servesc pentru verificarea și completarea datelor statistice.

Această metodă are avantajul că se bazează pe culegerea unor date care există în mod normal (sau cel puțin care ar trebui să existe) în evidența curentă a întreprinderii și a secțiilor. Caracteristicile obținute reflectă situația medie reală a consumului de energie în perioada considerată.

In afară de aceasta, mai are avantajul că este destul de simplă, cere puține aparate de măsură și o tehnicitate mai scăzută. Metoda nu oferă însă posibilitatea analizei concrete a cauzelor pierderilor de energie și deci nu conduce la măsuri concrete pentru reducerea consumurilor de energie. Prin comparație cu alte procese tehnologice asemănătoare se pot trage unele concluzii generale referitoare la economia de energie și la desfășurarea în bune condiții a procesului tehnologic.

Metoda aceasta are o aplicare foarte largă, aproape generală, atît la procese continue cît

și la cele discontinue, pentru întreprinderi, secții sau chiar agregate. In special la procese tehnologice complexe sau la studiul consumului specific pe întreprinderi mari în majoritatea cazurilor este singura metodă accesibilă din punct de vedere practic.

La aplicarea acestei metode problema centrală și cea mai dificilă este organizarea evidenței energetice și a evidenței de producție și în așa fel încît datele obținute să reflecte cît se poate de just situația reală din întreprindere.

Consumul specific de energie poate fi studiat întocmind direct caracteristicile energetice sau bilanțurile energetice. Intocmirea bilanțului energetic are avantajul că scoate la iveală sursele pierderilor de energie și prin aceasta ajută la întocmirea planului de măsuri tehnico-organizatorice pentru reducerea consumului de energie. O parte importantă din aceste măsuri este în legătură cu punerea la punct a procesului tehnologic.

Ori care din metodele expuse mai sus (în afară de metoda statistică) poate fi utilizată pentru întocmirea bilanțurilor energetice. In majoritatea cazurilor aceste bilanțuri se întocmesc pe agregate mari consumatoare de energie.

Bilanțul nu este o metodă aparte de normare sau de studiere pentru consumul specific de energie, ci el reprezintă un instrument care se poate întrebuința la toate metodele descrise pentru analizarea consumului specific. Trebuie însă arătat că un studiu mai temeinic nu se va putea lipsi de întocmirea bilanțului energetic cel puțin pentru agregatele principale.

Importanța deosebită a întocmirii bilanțului este că necesită studierea temeinică a procesului tehnologic și a agregatelor respective. De exemplu executînd bilanțul pentru un cuptor electric trebuie să cunoaștem procesele termochimice care se petrec în cuptor, calitatea izolației termice, căldurile teoretice necesare pentru topire și elaborare, timpii efectiv utilizați etc.

Analiza temeinică a acestor date indică în mod firesc măsurile pentru îmbunătățirea procesului tehnologic și pentru reducerea consumului specific de energie.

Bilanțul energetic cuprinde cantitățile de energie intrate, pe de o parte (energie electrică, energia proceselor exoterme, căldura fizică a materiilor prime, energia termică a aburului, a combustibililor și în general a purtătorilor de căldură) și pe de altă parte energiile necesare procesului și pierderile de energie. Incheierea bilanțului este în același timp și un control asupra exactității măsurătorilor executate.

Bilanțul cel mai simplu se compune din energie primită la capitolul intrări și din energia utilă și pierderi totale la capitolul ieșiri.

In deosebi capitolul pierderi este de dorit să fie detaliat cît mai mult, pentrucă din analiza acestor pierderi rezultă posibilitățile practice pentru reducerea consumurilor specifice de energie.

Este de recomandat să se întocmească paralel cu bilanțul energetic și bilanțul de materiale care are ca scop completarea bilanțului energetic și sistematizarea acestuia.

Inainte de întocmirea bilanțului energetic după ce lucrările pregătitoare cunoscute au fost executate, se face un plan al acestuia fără date concrete și pe baza lui se întocmește o schemă a măsurătorilor experimentale necesare și tabele pentru înregistrarea citirilor respective și a observațiilor asupra desfășurării procesului tehnologic și asupra variației parametrilor care pot influența măsurătorile. Apoi se trece la ridicarea datelor experimentale necesare bilanțului.

In general nu este suficient să se întocmească un singur bilanț ci trebuie întocmite mai multe bilanțuri în diferite condiții de funcționare.

Este util ca primul bilanț să se facă în condiții existente în fabrică pentru a se putea evalua eficacitatea măsurilor de reducerea consumului specific luate ulterior. Acest bilanț poate servi în același timp și ca școală pentru echipa respectivă scoțîndu-se la iveală deficiențele organizatorice ale ridicării bilanțului și primele indicații asupra măsurilor tehnico-organizatorice ce trebuie luate în legătură cu procesul tehnologic.

Apoi se va ridica o serie de bilanțuri — în condițiile variației productivității și a diverșilor parametrii a căror influență ne interesează.

Pe baza bilanțurilor efectuate se trag o serie de concluzii referitoare la reducerea consumului specific de energie și la îmbunătățirea procesului tehnologic. Aceste măsuri trebuie aplicate într-o a doua etapă a studiului urmărindu-se pe baza datelor bilanțului energetic eficacitatea măsurilor luate.

A cincea sesiune plenară a Conferinţei mondiale a energiei

Intre 16 şi 23 iunie 1956 va avea loc la Viena a cincea sesiune plenară a Conferinţei Mondiale a energiei. Tema principală o constituie examinarea surselor mondiale de energie în lumina dezvoltării tehnice şi economice.

Cu toată diversitatea problemelor ce urmează a fi tratate, programul este astfel întocmit încît să rezulte o privire de ansamblu asupra stadiului actual al economiei energetice şi asupra tendinţelor de dezvoltare.

In procedeele tehnice de valorificare a resurselor energetice cunoscute şi în cele puse la punct pentru folosirea de noi surse, au intervenit în ultimii ani o serie de progrese hotărîtoare. Ele deschid economiei energetice noi perspective. De aceea se consideră că un schimb intens de păreri la scară mondială, va putea da economiei energetice noi impulsuri de dezvoltare.

Programul tehnic împarte problemele în următoarele grupe, care cuprind la rîndul lor o serie de diviziuni.

Grupa I. **Stadiul şi dezvoltarea economiei energetice în diferitele ţări**

Diviziunea A. *Descrierea şi date statistice asupra dezvoltării de la 1950 încoace.*

Diviziunea B. *Rapoarte asupra metodelor statisticei energetice.*

Grupa II. **Inobilarea combustibililor**

Diviziunea C. *Inobilarea combustibililor solizi (mai ales a cărbunilor).*

Diviziunea D. *Inobilarea conbustibililor lichizi (mai ales a ţiţeiului).*

Diviziunea E. *Inobilarea combustibililor gazoşi (mai ales a gazelor naturale).*

In aceste diviziuni urmează a se expune atît progresele obţinute la prepararea şi înobilarea simplă a combustibililor, de exemplu brichetarea combustibililor solizi şi fabricarea de combustibili solizi care ard fără fum, cît şi progresele realizate la înobilare prin transformarea combustibililor primari, de exemplu transformarea combustibililor solizi în combustibili lichizi sau gazoşi, în care în ultimii ani s-au obţinut prin diferite metode, succese remarcabile. Schimbările intervenite în procesele tehnologice ale industriei chimice şi metalurgice, au oferit posibilitatea aplicării de noi procedee de înobilare. In special sînt interesante tendinţele de realizare a unei produceri combinate de produse de sinteză, gaze combustibile şi energie electrică. De asemenea merită atenţie procedeele prin care se poate obţine gaz de furnal cu putere calorifică ridicată, în cazul folosirii oxigenului în focarele siderurgice.

Diviziunea F. *Premizele economice pentru construirea şi exploatarea reţelelor de gaze de transport la mari distanţe.*

Grupa III. **Folosirea surselor primare de energie**

In folosirea surselor primare de energie, producerea energiei electrice joacă un rol deosebit de important. De aceea problemele legate de această energie constituie obiectul principal al acestei grupe. Se va expune progresul făcut în proiectarea construcţia şi exploatarea centralelor electrice şi liniile de dezvoltare în viitor.

In această grupă apar patru diviziuni:

Diviziunea G. *Instalaţii termoelectrice cuprinzînd pe lîngă centralele termoelectricce cunoscute folosind diverşi combustibili şi instalaţiile mai noi* (maşini cu aer cald, pile de combustie) şi *mai ales instalaţiile combinate* (de exemplu combinaţii de turbine cu gaze cu cazane recuperatoare producînd abur ce alimentează turbine cu abur sau combinaţii de motoare cu ardere interne cu supraalimentare ridicată şi turbine cu gaze folosind gazele de evacuare care realizează randamente mari).

Diviziunea H. *Centrale hidroelectrice inclusiv centrale folosind mareele.*

Diviziunea I. *Energie atomică.* In acest domeniu în care s-au făcut cele mai mari progrese de la ultima conferinţă mondială a energiei, se vor expune ultimele progrese în tehnica construcţiei şi exploatării reactorilor adecuaţi pentru producere de energie electrică şi se vor comenta aspectele economice.

Diviziunea K. *Alte surse de energie.*

Grupa IV. **Epurarea apelor reziduale şi a gazelor de ardere în economia energetică**

Vicierea apelor prin scurgerea apelor reziduale din mari exploatări energetice, ca de exemplu spălătorii de cărbune, cocserii şi uzini de gaz ca şi vicierea atmosferei prin gazele de ardere şi praful ce-l conţin din centralele termoelectrice, impun măsuri de îngrădire corespunzătoare. Prin centralele atomo-electrice, actualitatea unei tratări îngrijite a apelor reziduale şi a gazelor de ardere este mult accentuată. Din aceste cauze problemele corespunzătoare nu vor fi tratate în legătură cu instalaţiile respective, ci concentrat în cadrul unei grupe separate cu următoarele diviziuni:

Diviziunea L. *Epurarea apelor reziduale în instalaţiile energetice.*

Diviziunea M. *Epurarea gazelor de ardere în instalaţiile energetice.*

Grupa V. **Colaborare energetică internaţională**

Amenajarea actuală a surselor de energie a atins un stadiu, care face necesară o colaborare internaţională. Pe lîngă schimbul de mărfuri curent între state, a intervenit într-o măsură din ce în ce mai mare în ultimii ani un schimb de energie electrică şi gaze. Totodată amenajarea raţională a cursurilor de apă depinde de multe ori de mai multe ţări riverane.

Din multele aspectele ale colaborării internaţionale necesar a fi stabilită, se vor trata în cadrul conferinţei numai problemele tehnice şi economice grupate în două diviziuni:

Diviziunea N. *Probleme tehnice ale colaborării energetice internaţionale.*

Diviziunea O. *Probleme economice ale colaborării energetice internaţionale.*

Exemple concrete urmează să sublinieze avantajele ce se pot realiza pentru toate părţile interesate, iar discutarea greutăţilor legate de intensificarea colaborării internaţionale trebuie să conducă la propuneri pentru înlăturarea lor.

i.s.

Experienţele de ardere a ligniţilor din R.P.R. făcute în R. D. Germană

Odată cu exploatarea intensivă a zăcămintelor de lignit în ţara noastră a apărut şi problema stabilirii instalaţiilor adecvate pentru arderea acestora. Preocupările s-au îndreptat în două direcţii: instalaţii mari, energetice, în care arderea ginitului are loc după prealabila sa măcinare şi dinstaţii mijlocii şi mici unde arderea lignitului se face pe grătar. Eforturile depuse la noi în această din urmă direcţie nu au dus la rezultatele scontate. Arderea pe grătarele construite a decurs în mod defavorabil, neeconomic, cu indici de funcţionare coboriţi.

Secţia de termoenergetică a Institutului de Energetică al Academiei R.P.R. are înscrisă în tematica sa de mai mulţi ani problema stabilirii tipului optim de grătar pentru arderea ligniţilor din ţară. In acest scop s fost construit un focar experimental pentru studiul amănunţit al arderii, care însă, nu a intrat încă în funcţiune. Pentru a răspunde cît mai repede cerinţelor mereu crescînde ale industriei, în cadrul secţiei s-a efectuat o analiză teoretică a tipurilor existente de grătare, în funcţie de aplicabilitatea lor pentru arderea ligniţilor romîneşti. Rezultatele acestei analize au fost

publicate în revista „Energetica şi Hidrotehnica" nr. 5—6/1954 din care citãm: „In concluzie, şi din punct de vedere al arderii stabile şi economic, şi din punct de vedere al unor cheltuieli de construcţii şi exploatare reduse grătarul cu împingere răsturnată poate fi recomandat în prezent ca soluţia optimă pentru arderea în strat a ligniţilor din R.P.R."

In R.P.R., nu a existat posibilitatea experimentării unui astfel de gătar. Urmînd exemplul R.P. Bulgaria ,R.P. Ungară, care în situaţii similare au experimentat arderea cărbunilor indigeni pe instalaţii aflate în străinătate, Institutul de Energetică a propus în fişele de colaborare tehnico-ştiinţifică pe anul 1955 efectuarea experienţelor în R.D. Germană.

Experienţele au avut loc între 19—22 dec. 1955 în oraşul Halle an der Saale, la centrala de încălzire a gării oraşului. Cele două cazane ale centralei sînt identice, fiind echipate cu grătare tip Martin, montate în 1942.

Pentru efectuarea experienţelor au fost expediate în R.D.G. 5 vagoane cu lignit de Filipeşti de pădure. Vagoanele au fost încărcate în mare măsură cu blocuri mari de lignit (în medie 500 × 300 × 200). Din lipsa unui concasor blocurile de lignit au fost sparte cu ciocanul, obţinîndu-se în felul acesta bucăţi de dimensiuni mari de peste 100 mm. Această granulaţie a avut o influenţă defavorabilă asupra arderii.

Grătarul experimentat este mult prea scurt (2,75 m) lungimea activă a grătarului fiind şi mai redusă (2,40m). Lăţimea este de 1,25 m. Rezultă deci: suprafaţa grătarului 3,44m²; suprafaţa activă — 3m². Grătarul este compus din 9 bare, din care 4 sînt mobile. Acţionarea barelor mobile, cît şi a sistemului de alimentare cu cărbune, este realizată hidraulic, prin pompă de ulei şi motoarele respective. Unghiul de înclinare al grătarului este deosebit de mare, de 22°. Această situaţie s-a reflectat deasemenea nefavorabil asupra arderii lignitului.

Profilarea camerii de ardere este cu totul insuficientă în ceea ce priveşte repartizarea bolţilor. Aerul este insuflat sub grătar prin 5 zone, cu debitele reglabile pe zone. Presiunea maximă a aerului — 45 mm c.a. Cazanul nu este prevăzut cu preîncălzitor de aer.

O expunere completă a instalaţiei, a tehnicii măsurătorilor, a desfăşurării experienţelor, a calculelor şi interpretărilor rezultatelor va fi făcută ulterior. Prezenta comunicare are scopul de a da mai devreme o informare generală asupra lucrării efectuate şi de a insista asupra rezultatelor deosebit de bune ce s-au obţinut.

Incercările de ardere ale ligniţilor romîneşti pe grătarul Martin au rezolvat în mare măsură trei dintre cele mai importante dificultăţi: comportarea zgurei pe grătar, aprindere rapidă şi stabilă, încărcări termice mari ale grătarului. Se va referi pe scurt asupra acestor puncte.

Funcţionarea grătarelor existente în prezent în R.P.R. a întîmpinat cele mai mari greutăţi datorită comportării zgurei ligniţilor rimînesti. Avînd temperaturi scoborîte de înmuiere şi fuziune, zgura acoperă grătarul. Grătarele existente nu rezolvă această situaţie, nu sînt în stare să distrugă covorul de zgură şi s-o evacueze în buncărul respectiv. De aceea fochiştii sînt nevoiţi ca de mai multe ori pe oră să deschidă uşile să spargă blocurile de zgură cu rîngi de fier şi să împingă sgura spre partea posterioră a grătarului. Nu se mai insistă asupra neajunsurilor ce decurg din această situaţie, atît din punct de vedere al scoborîrii randamentului arderii, cît şi din punctul de vedere al condiţiilor de muncă.

In timpul celor 47 ore de funcţionare a grătarului Martin cu lignit din R.P.R. nu a fost necesară nici măcar o singură dată intervenţia fochistului pentru a degaja de zgură grătarul. Fenomene de zgurificare nu au apărut nici în cadrul ultimei probe, care a durat 30 ore.

In timpul primei probe s-a putut observa formarea de blocuri de zgură, de circa 300 mm latură maximă, care totuşi, doar prin funcţionarea grătarului, erau transportate şi aruncate în buncărul de zgură. In timpul acestei prime probe viteza barelor de grătar era redusă; o cursă completă a barelor dura 40s. Reducînd acest timp la jumătate (circa 20s), în cadrul probelor ulterioare nu s-a mai observat formarea de blocuri de zgură pe grătar. Zgura cădea în formă granulată. S-a putut face astfel o constatare foarte importantă: comportarea zgurei pe grătar depinde direct de viteza barelor.

Deşi este un combustibil tînăr, cu grad ridicat de reactivitate, lignitul se aprinde greu, din cauza marelui conţinut de balast. De aceea la grătarele deja construite, aprinderea (care era cauzată de radiaţia bolţilor şi a gazelor — aşa numita aprindere superioară) s-a dovedit întotdeauna insuficientă. Grătarul Martin prezintă avantajul unei duble aprinderi, superioare şi inferioare. Cea din urmă constă din împingerea unei părţi din zgură şi cărbunele aflate în stare incandescentă la sfîrşitul grătarului către partea anterioară. In felul acesta cărbunele proaspăt introdus suferă de la început acţiunea termică a bolţilor şi gazelor (aprindere superioară) şi acţiunea termică a masei incandescente, transportată, de către grătar pe sub stratul de cărbune (aprindere inferioară).

Experienţele efectuate au confirmat aceste supoziţii.

Aprinderea lignitului a avut loc constant şi stabil, flăcările apărînd cam la 80 cm depărtare de capul grătarului. Cea de a doua dificultate a arderii în strat a ligniţilor a fost astfel rezolvată, asigurîndu-se aprindere constantă. Cercetările trebuie să fie îndreptate pentru intensificarea aprinderii superioare, prin profilarea corespunzătoare a camerii de ardere.

Performanţele realizate în timpul încercărilor sînt impresionante, ţinînd seama că a fost ars un combustibil inferior pe un grătar care în dimensiunile sale constructive nu corespundea arderii lignitului. Tabloul complet pe date va fi comunicat ulterior. Se menţionează deocamdată cîteva valori orientative:

încărcare termică a grătarului 1 300 000 — 1 600 000 kcal/m²h;
producţie specifică de abur 1 200 — 1 400 kg abur/m²h;
producţie medie de abur — 4 t/h.
producţie maximă de abur — 5,2 t/h;
parametrii aburului: 12 ata, 240°C.

In concluzie, încercările efectuate au arătat în mod concludent că grătarul cu împingere răsturnată, sistem Martin, rezolvă în mod cu totul satisfăcător dificultăţile ce apar la arderea ligniţilor, care la alte tipuri de grătar nu au putut fi înlăturate. O confirmare a acestei afirmaţii o constituie o serie de experienţe, efectuate tot în R.D.G. cu acelaşi lignit de Filipeştii de pădure.

Grătarul era de tipul cu împingere superioară, fiind grătarul tip al fabricii constructoare Mittel-Deutsche Feuerungsbau — Leipzig. Incercările au arătat următoarele: zgurificare intensă a grătarului, cea ce necesită intervenţia fochistului de 3—4 ori pe oră, pentru spargerea covorului de zgură; performanţe de sarcină foarte reduse; aprinderea stabilă şi rapidă. Din cauza nerezolvării primelor două dificultăţi, grătarul respectiv s-a arătat cu totul insuficient pentru arderea ligniţilor.

Se consideră necesară luarea următoarelor măsuri pentru valorificarea rezultatelor obţinute.

Construirea unui prototip de grătar cu împingere răsturnată, care să fie instalat la un cazan aflat în funcţiune la o întreprindere industrială, deci de la început pentru exploatare industrială. După omologarea acestuia urmează a se trece la producţia în serie. Institutul de Energetică urmează a participa direct la proiectarea grătarului, precum şi la punerea lui în funcţiune.

Acordarea de fonduri şi mijloace pentru adaptarea unui mic grătar cu împingere răsturnată la instalaţia experimentală existentă de la Institutul de Energetică, unde urmează a se face cercetări în vederea perfecţionării tipului respectiv de grătar, mai ales în ceea ce priveşte profilarea corespunzătoare a camerii de ardere.

D.B.

Prima consfătuire a lucrătorilor din Intreprinderile Comunale de Electricitate din R.P.R. ale Ministerului Gospodăriilor Comunale şi Industriei locale

Prima consfătuire a lucrătorilor din Intreprinderile Comunale de Electricitate din R.P.R. s-a ţinut la Iaşi în zilele de 30 şi 31 martie 1956.

Avînd în vedere sarcinile trasate cu ocazia Congresului al II al P.M.R. cu privire la producerea energiei electrice în cursul celui de al doilea plan cincinal s-a organizat această consfătuire care a avut ca scop schimbul de experienţă între producătorii de energie electrică şi desbaterea problemelor importante din cadrul centralelor electrice ale M.G.C.I.L.

Consfătuirea a fost deschisă de către tov. Locţiilor de ministru ing. *Aurel Bozgan* care a arătat importanţa şi planul general al problemelor care trebuie desbătute în referatele şi discuţiile consfătuirii.

Au urmat următoarele referate :

— Ing. *Rădulescu Ştefan* director tehnic al Direcţiei Generale a Gospodăriei Comunale : *„Situaţia alimentării cu energie electrică în localităţile unde distribuţia se face prin organele Sfaturilor Populare"*.

In referatul său, autorul a arătat că în majoritatea centralelor funcţionează grupuri vechi şi cu uzură relativ mare. Prin eforturile mari ale personalului sînt menţinute în funcţiune unele grupuri cu vechime de peste 30 ani. Din cauza cerinţelor sporite de energie electrică aceste grupuri trebuie să funcţioneze în multe cazuri peste 4000 ore. S-a arătat de asemenea importanţa reviziilor şi reparaţiilor capitale care în unele locuri sînt neglijate din care cauză planul de reparaţii capitale nu a fost integral realizat.

— Ing. *Nazarenco Petre* ing. şef ETAC Iaşi *„Exploatarea economică a centralelor electrice cu motoare Diesel"*.

Autorul a arătat care sînt elementele principale ale unei centrale electrice cu motoare Diesel şi condiţiile recomandabile pentru o exploatare raţională .

S-au arătat în acest sens realizările obţinute în exploatarea centralei electrice Iaşi ca o centrală importantă a MGCIL. Pentru înţelegerea celor expuse autorul s-a folosit de diagrame cu variaţia indicilor principali ai exploatării raţionale a centralei ca : consumul specific de combustibil şi ulei, cheltuielile de exploatare, cheltuielile pentru personal etc.

— Ing. *Buka Francisc* ing. şef I.C.R. Tg. Mureş : *„Pierderile în reţelele electrice de distribuţie"*., S-au arătat cauzele care conduc la pierderi în reţelele de distribuţie ca : scurgeri prin izolatori şi arbori în contact cu liniile electrice, linii subdimensionate pentru sarcinile care li se impun etc. Totodată s-a arătat că din cauza că o mare parte din abonaţii MGCIL (peste50 %) sînt tarifaţi după sistemul paushal, nu plătesc energia efectiv consumată. Din această cauză de multe ori pierderile de energie în liniile de distribuţie ating valori de 30 % —40 %, trecîndu-se din eroare pe seama acestor pierderi energia consumată în pauşal şi neplătită de abonaţi.

S-au scos în evidenţă în acest referat şi pierderile care survin din cauza furtului de energie electrică, care mai dăinue încă în unele locuri.

— Prof. dr. ing. *Gaiginschi Emil* de la Institutul Politehnic Iaşi. *„Accidentele arborilor motori, cauze şi măsuri pentru preîntîmpinarea lor.* Pe baza unui bogat material documentar s-a arătat care sînt în general cauzele care conduc la ruperea arborilor motori de la motoarele Diesel, clasificîndu-se aceste cauze în cauze care provin de la fabricarea arborilor şi cauze care provin din exploatarea neraţională a arborilor şi din lipsa de atenţie a personalului în special în perioadele de reparaţii. Deoarece referatul a fost complex şi bogat în material deosebit de important documentar, s-a propus tipărirea lui şi difuzarea la centralele cu motoare Diesel.

— Ing. *Chirtea Dumitru* şef secţie Sfatul Popular Raionul Bucureşti. *„Problema electrificărilor rurale"*. Autorul a prezentat aspectele electrificărilor rurale în specia în regiunea Bucureşti. S-a arătat cu această ocazie că în problema electrificărilor rurale există încă multe greutăţi dintre care cele mai importante sînt : lipsa unui for unic care să coordoneze electrificările agricole în prezent fiind patru (MGCIL, MEEIE, MA şi MGAS) lipsa personalului calificat şi a materialelor necesare pentru executarea instalaţiilor interioare, lipsa de fonduri şi de materiale pentru liniile de distribuţie de joasă tensiune, lipsa unui plan de perspectivă care să aibă în vedere şi resurse energetice locale etc.

Ing. *Răbagie Traian* ing. sef Intreprinderile Comunale Lugoj, *„Gospodăria de combustibil şi lubrefianţi în uzinele electrice locale cu motoare Diesel"*. In referatul său autorul a arătat importanţa funcţionării în bune condiţiuni a gospodăriei de combustibili şi lubrefianţi. S-a accentuat în mod deosebit importanţa calificării personalului în exploatarea raţională a instalaţiilor de alimentare cu combustibil a centralelor cu motoare Diesel.

Ing. *Moldoveanu* de la I. C. Satu-Mare *Gospodăria de combustibil şi lubrefianti în uzinele electrice locale cu cazane de abur.* Autorul a prezentat în referatul său unele aspecte din exploatarea gospodăriei de combustibil lichid de la I. C. Satu Mare.

In urma referatelor şi discuţiilor ample ce au avut loc consfătuirea s-a închis în ziua de 31 martie cu o rezoluţie care cuprinde următoarele puncte principale :

1. MGCIL să întocmească un plan de dezvoltare în viitor a uzinelor şi reţelelor electrice comunale care să se încadreze în planul general de electrificare a ţării ţinînd seama de sarcinile trasate prin directivele Congresului II-lea al P.M.R. In acest scop MGCIL va ţine legătura continuă cu MEEIE iar IPROED cu ISPE.

2. MGCIL să urmărească obţinerea din timp a grupurilor electrogene pentru uzinele a căror amplificare se propune prin acest plan. De asemenea MGCIL şi secţiunea de Gospodărie Comunală să urmărească racordarea la liniile de transport de energie ale MEEIE a unor localităţi cu condiţii tehnice favorabile ca : Focşani, Tecuci, Tg-Jiu, Reghin, Sovata, Odorhei, Lugoj, Caransebeş.

3. MGCIL se va preocupa de întocmirea unor studii de trecerea la curent alternativ de 50 Hz şi tensiunile normalizate a tuturor centralelor sale.

4. In scpoul reducerii puterii indisponibile a uzinelor sale electrice, MGCIL va urmări executarea reparaţiilor capitale prin întreprinderile sale de reparaţii capitale care vor fi extinse şi dotate cu piesele de schimb necesare.

5. MGCIL să urmărească creiarea de sisteme energetice locale prin interconectarea tuturor centralelor existente pe teritoriul unei localităţi cu uzini electrice comunale.

6. Secţiile de Gospodărie Comunală Regională să urmărească aplicarea dispoziţiilor legale în vigoare în furnizarea raţională a energiei electrice. In acest sens se va întocmi ordinea de deconectare a consumatorilor în caz de avarie la grupurile electrogene.

7. MGCIL va urmări la MEEIE şi CSP preocurarea fondurilor şi fabricarea contoarelor electrice necesare uzinelor electrice pentru micşorarea numărului paushaliştilor.

8. Secţiile de Gospodărie Comunală Regionale sa urmărească organizarea de către întreprinderile comunale a unor cursuri de instalaţii electrice interioare cu electricieni pe care apoi să-i supună examenelor programate de MEEIE pentru obţinerea autorizaţiei de instalator.

9. Secţiunea Gospodăriei Comunale să propună comitetelor Executive reînfiinţarea şi reactivizarea Comisiilor regionale de electrificări rurale iar MGCIL să dea instrucţiunile necesare asupra componenţei şi modului de lucru a acestor comisii.

10. MGCIL va studia oportunitatea infiinţării unor baze de producţie pentru stîlpii de beton armat.

11. In vederea ridicării nivelului profesional al muncitorilor şi tehnicienilor din cadrul uzinelor electrice ale MGCIL vor fi organizate cursuri de perfecţionare pentru mecanici şi electricieni şi se va organiza schimb de experienţă cu personalul din centralele MEEIE.

12. Pentru o exploatare economică a centralelor electrice din cadrul MGCIL se va introduce un regim sever de economii şi se va promova introducerea metodelor înaintate de lucru a inovatorilor şi fruntaşilor în producţie.

In încheiere tov. Locţiilor de ministru *Aurel Bozgan* a arătat că această consfătuire a dezbătut în general problemele cele mai importante din cadrul centralelor electrice ale MGCIL şi că se va trece într-un viitor apropiat la traducerea în viaţă a punctelor incluse în rezoluţia consfăturii în aşa fel ca la consfătuirea viitoare să se evidenţieze succesele remarcabile ale consfătuirii care a avut loc.

Ing. **N. Pănoiu**

Energetica generală

* * * **Conductă de gaz natural transcanadiană**, Archiv für Energiewirtschaft 1955 nr.7 pag 295–296.

S-a anunţat de curînd construirea unei conducte care să transporte gaz natural din partea de vest a Canadei la o distanţă de 3 600 km spre regiunile din răsărit. La un diametru de 762 mm, capacitatea de transport a conductei este de 6,3 milioane m^3 pe zi. Rezervele de gaz natural stabilite pînă acum sînt de 168 miliarde m^3.

Aşezarea acestei conducte, care va fi una din cele mai lungi conducte de gaz natural din lume, reprezintă pentru economia actuală a Canadei un pas tot atît de important ca realizarea între 1870 şi 1880 a căii ferate transcanadiene.

E 56 *i.s.*

* * * **Acumulare subterană de gaze pentru regiunea Hamburg** BWK vol. 8(1956) pag. 48.

Incercări preliminare cu gaze de ardere au confirmat posibilitatea folosirii unei grote cu un volum de circa 150 milioane m^3 pentru stocarea de gaze combustibile. Incepînd din anul 1957 urmează a se stoca în acest mare rezervor natural gaze rezultînd din rafinăriile de petrol din apropiere. In acest fel se creiază o rezervă de gaze din care se pot obţine 210 milioane m^3 gaz normal de oraş, cantitate ce corespunde consumului mediu actual timp de 7 luni. Această rezervă este importantă mai ales pentru alimentarea consumatorilor industriali din Hamburg. E 57

i.s

* * * : **Situaţia generală a industriei ţiţeiului**, Rezumat publicat în B.W.K. vol. 7 (1955) nr. 3 pag. 131 după Usine Nouvelle vol. 10 (1954) nr. 38 pag. 33.

Producţia de ţiţei a lumii a crescut de la 621.10^6t (1952) la 654.10^6t (1953), adică cu 5,3%. In ultimii şase ani, producţia globală a crescut cu 183. 10^6t. In 1947 şi 1948 extracţia a crescut cu 100. 10^6t, atingînd 470. 10^6t. In 1950 s-a atins 525. 10^6t şi 1951 590. 10^2t.

Rezervele cîmpurilor petrolifere ale Arabiei Saudite depăşesc chiar cele ale S.U.A. Canada, care deabea de şase ani a început extracţia, este pe cale să-şi acopere necesităţile.

Flota de vase petrolifere a lumii a atins în ianuarie 1954 cca. 36. 10^6t; 13. 10^6t erau în construcţie sau comandate. Deşi nu există necesităţi stringente, noile construcţii sînt justificate ca fiind mai economice. E 58

m.a.

* * * : **Şapte centrale termoelectrice noi funcţionînd cu păcură în Anglia**, BWK vol. 8 (1956), nr. 1 pag. 42.

BEA (British Electricity Authority) a încheiat recent un contract privitor la livrarea a 24 milioane t păcură în viitorii 10 ani. Urmează a se instala şapte centrale termoelectrice noi funcţionînd cu acest combustibil, al cărui preţ, calculat după puterea calorifică este echivalent cu preţul cărbunilor.

In afara acestor centrale şi a programului cunoscut de realizare de centrale atomoelectrice, BEA proiectează încă instalarea a 30 de noi centrale termoelectrice de cîte 240 MW funcţionînd cu cărbuni, care urmează a înlocui centrale vechi, demodate.

BEA posedă acum în total 280 de centrale, care consumă anual 37 milioane tone cărbune.

i.s.

Termoenergetică

Beyerlein H.: **Centrala de termoficare Harburg**, B.W.K. vol 7 (1955) Nr. 3 pag 109–113.

Centrala de termoficare industrială Harburg deserveşte cinci întreprinderi, cu consumuri de abur foarte diferite şi la presiuni diferite.

	Vara t/h	*Iarna t/h*
A.32 at(saturat)	2	3
12,5 at, 290°C	40 – 50	45 – 60
3 at 200°C	–	15 – 30
B.11,8 at 285°C	40 – 50	50 – 65
C.12 at 280°C	1 – 2	2 – 3
D.6,5 at, 190°C	1 – 2	2 – 5
E.6,5 at, 190°C	2 – 3	1 – 2

Amplasarea centralei s-a făcut pe un teren de 75×115 m, în centrul de greutate al consumului. Deoarece consumatorii principali cu o funcţionare neîntreruptă, care nu permite nici un fel de oprire pentru reparaţii la sfîrşitul săptămînii, s-a adoptat separarea completă a circuitului de abur secundar (pentru utilizare) de aburul primar, prin intermediul transformatorilor de abur.

Aburul viu este produs la 120 at, 500°C. Răcit pentru a supraîncălzi aburul industrial, intră într-o turbină înaintaşă de contrapresiune la 111 at, 410°C. Turbinele de contrapresiune lucrînd chiar cu aburul industrial, primesc abur de 14 at, 320°C.

In total se prevede instalarea a 4 cazane de 64 t/h, două cazane de 125 t/h, 2 turbine înaintaşe de contrapresiune de 16 MW şi 4 turbine de contrapresiune de 3 — 4 MW.

Pentru sala cazanelor s-a adoptat o dispoziţie specială cu cazane exterioare, aşezate cîte două faţă în faţă. Intre ele se situează buncărele de cărbune, morile şi instalaţia de transport a cărbunilor. Cazanele sînt de tip Benson.

Pornirea instalaţiei s-a făcut utilizînd drept combustibil păcura. Ulterior a fost terminată şi instalaţia de cărbuni cu care se funcţionează în prezent.

Primele rezultate ale exploatării cazanelor exterioare sînt favorabile şi chiar şi temperaturile de 15°C din iarna 1953–1954 nu au produs întreruperi în funcţionare. E 60

m.a

Direktor B. A., Luncev V. V. şi Şişkin A. S.: **Rezultatele exploatării cazanului cu circulaţie forţată de înaltă presiune cu evacuarea zgurii în stare lichidă.** Teploenerghetica, nr. 2/1955, pag. 26 — 31.

In articol sînt redate rezultatele lucrărilor de punere în exploatare şi încercarea primului cazan cu circulaţie forţată de tipul 67 — 1 — SP — 230/100 cu presiune înaltă şi evacuarea sgurii în stare lichidă.

Acest cazan a fost executat la uzinele Ordjonikidze după proiectul BPC.

Cazanul 67 — 1 — SP — 230/100 are următoarele caracteristici:

Producţia maximă de abur: $D_c = 230$ t/h

Presiunea aburului supraîncălzit $P_{si} = 100$ ata

Temperatura aburului supraîncălzit $t_{si} = 510$°C

Temperatura apei de alimentare $t_{al} = 215$°C

Temperatura gazelor de ardere la ieşirea din cazan $t_{ge} = 143$°C.

Incărcarea termică a focarului $BQ/V_{ca} = 96{,}5.10^3$ kcal/m^3 h

Randamentul (brut) $\eta_{br} = 92\%$.

Se descrie cazanul, se arată măsurile luate înainte de punerea lui în funcţiune şi se indică caracteristicile regimului de funcţionare cu cărbune din bazinul Donetului şi Kuznetk.

Incercările au avut ca scop determinarea şi controlul regimurilor optime şi indicilor tehnico-economici.

In timpul încercării a fost influenţa asupra regimului de funcţionare determinat de următorii factori ca: excesul de aer, debitul de aer primar, numărul agregatelor de prepararea prafului în funcţiune şi altele.

Cazanul lucrează bine în toată gama de sarcini inclusiv cu o supraîncărcare de 10%. Caracteristic pentru toate regimurile de funcţionare este faptul că flacăra umple uniform camera de ardere fără ca să aibă loc încrucişări pe lăţimea şi adîncimea camerii.

Micşorarea excesului de aer de la $\alpha_c = 1{,}25$ la $\alpha_c = 1{,}15 \div 1{,}18$ influenţează pozitiv procesul din camera de ardere. Datorită acestui fapt se măreşte temperatura în centrul flacării şi zgura devine mai lichidă.

Randamentul cazanului în timpul funcționării cu cărbune Kuzneţk în gama de sarcini: $D = 160 - 230$ t/h și $t_a = 190$ °C variază de la 89,5 % la 92,2. Cînd cazanul lucrează cu cărbune din bazinul Doneţului, randamentul este aproape constant pe toată gama de sarcini ($\sim 92\%$ pentru $t_{a\,al} = 190$°C). Pierderile de căldură cu gazele de ardere sînt de 6 %, pierderile de căldură datorită arderii chimice incomplete de 0,3 %, iar datorită arderii mecanice incomplete de $\sim 3{,}1 \div 1$ %.

Pierderea prin căldura fizică a zgurii lichide este de $\sim 0{,}3$ %.

Consumul de energie electrică pentru alimentare este de $6 \div 9$ kWh/t abur.

In urma exploatării cazanului timp de 9 luni s-a dovedit că este un agregat economic. La punerea lui în funcțiune nu au fost întîmpinate greutăți mari.

Trecerea cazanului la arderea cărbunelui de Kuzneţk se face ușor. Doar la sarcini mai mici de 170 t/h, evacuarea zgurii lichide se înrăutățește și η_{br} scade puțin. Scăderea η_{br} este condiționată de creșterea procentului de combustibil nears în zgură pînă la 14 %. E 61

h.i.

Barth W: **Calculul și dimensionarea cicloanelor de epurare a gazelor de ardere, în lumina rezultatelor unor studii recente** B. W. K — vol. 8 nr. 1/1956 pag. 1 — 9.

In baza unor ipoteze simplificatoare asupra condițiilor de curgere în cicloanele de desprăfuire a gazelor se indică o metodă de calcul a acestor aparate.

Se dau relații între pierderea de presiune, puterea de separare și dimensiunile geometrice ale cicloanelor. Metoda de calcul propusă permite să se ajungă la concluzii interesante în ceea ce privește dimensionarea optimă a cicloanelor pentru desprăfuirea gazelor din punct de vedere al capacității de separare și eficienței economice, recomandîndu-se în acest sens tipuri bine stabilite pentru fiecare caz în parte. E 62

n. p.

Jirnov N. J. și Kat A. A.: **Purjarea continuă din cazanele de înaltă presiune în tamburii cazanelor de medie presiune**, Teploenerghetica, nr. 3/1955 pag. 23 — 27.

Se propune intensificarea purjării cazanelor cu presiune înaltă pentru înlăturarea depunerilor de săruri în turbinele de abur. Se analizează superioritatea schemei de purjare mai sus amintită. Se dau recomandări pentru calculul hidraulic al schemei.

Practica exploatării instalațiilor energetice de presiune înaltă arată, că pentru un conținut de SiO_3 mai mare de 0,05 mg/kg pe paletele turbinelor au loc mari depuneri de siliciu.

Conținutul de SiO_3 poate fi micșorat prin intensificarea purjării. Incercările și calculele care s-au făcut la VTI pentru cazane cu presiune înaltă au arătat că mărind purjarea de la 0,2 la 0,89 conținutul de săruri în abur se micșorează pînă la 0,04 mg/kg cea ce asigură exploatarea continuă a turbinelor cu presiune înaltă.

La centralele cu presiune înaltă și medie sînt posibilități de a trece apa din purjă după o laminare prealabilă în tamburii cazanelor de medie presiune. In acest caz căldura conținută în apa de purjare se recuperează integral.

In acest fel apar posibilități pentru obținerea unei economii de combustibil. Tot odată circuitul regenerativ, funcționează mai eficace deoarece se mărește cantitatea apei de alimentare a cazanului.

In acest fel apare posibilitatea de a mări procentul de purjare al cazanelor cu presiune înaltă obținîndu-se astfel abur cu conținut scăzut de săruri.

Autorii dau o formulă pentru calculul economiei de combustibil. De asemenea se dă un exemplu concret cînd apa purjată din cazanele de înaltă presiune se trece în cazanele de medie presiune. Se arată că în acest caz economia de combustibil atinge $\Delta B = 437$ kg/h sau 202 000 ruble pe an (centrala lucrează cu cărbune).

Folosind această nouă metodă de purjare nu numai că se obține o economie de combustibil dar se măresc și perioadele dintre spălările și dintre reparațiile turbinelor ceea ce duce la micșorarea cheltuielilor de reparații.

Se descrie de asemenea instalația de laminare a purjei continue. Se arată că în timpul exploatării instalației de purjare, pe timp de un an, s-a lucrat fără defecte. După deschiderea turbinei de înaltă presiune pe palete nu au fost observate nici un fel de depuneri. In acest fel este posibil să se mărească perioadele dintre spălări la 2 ani.

Această metodă de organizare a purjării se recomandă pentru a fi întrebuințată la centralele cu cazane de înaltă și medie presiune. E 63

h.i.

Schumann E. Thoenes N. W. și Viesenack G.: **Controlul și aprobarea folosirii solvenților și produselor folosite pentru înlăturarea pietrei din cazane**, B.W.K. vol. 8 nr. 1/1 ianuarie 1956 pag. 31 — 36.

După ce se expun bazele folosirii produselor folosite contra pietrei din cazane precum și acelea ale operațiunilor de curățirea pietrei din cazanele de abur, autorul prezintă metodele de control pentru produsele cele mai folosite.

Din acestea fac parte produse care au la bază amestecuri organice de natură coloidală, pe bază de amestecuri în care predomină sărurile alcaline și amestecuri mixte cu adaus de produse ce înlătură depunerea de piatră.

In articol se studiază produsele folosite contra pietrei și o serie de solvenți pentru piatra din cazane, autorizate pînă în iulie 1955 și se comunică de asemenea rezultatele încercărilor efectuate cu 7 produse dintre cele citate mai sus. E 64

n.p.

Krenter K.: **Comportarea turbinelor cu abur de tip axial la variații mari ale vitezei de rotație**, B.W.K. vol. 8 nr. 1/1956, pag. 9 — 15.

Autorul dă în introducere o privire generală asupra rezultatelor măsurătorilor publicate pînă în prezent, studiile și încercările asupra comportărilor turbinelor axiale la viteze de rotație foarte variabile. Interpretarea datelor încercărilor elucidează comportarea turbinelor cu acțiune cu o treaptă și cu mai multe trepte precum și a turbinelor cu reacțiune cu mai multe trepte de presiune, cînd acestea au fost frînate de la viteza de regim corespunzătoare randamentului optim de cădere adiabatică constantă. Raportul cuplurilor de frînare și în regim optim este 2 : 1 pentru turbina cu o acțiune cu o singură treaptă 2,5 : 1 pentru turbina cu acțiune cu mai multe trepte și 2,9 : 1 la turbina cu reacțiune cu mai multe trepte. Acest ultim tip se comportă deci cel mai bine la funconarea cu viteze variabile. E 65

p.n.

Ghia V.: **Inlăturarea suprasolicitării termice a recuperatoarelor folosite la cuptoare prin utilizarea răcirii cu aer și cu gaze recirculate**, Studii și Cercetări de Energetică, tomul V, nr. 3 — 4/1955 pag. 255 — 267.

In scopul ridicării randamentului termic și a temperaturii cuptoarelor, se uzitează — după cum este cunoscut — preîncălzirea aerului de ardere.

Rezistența la temperaturi ridicate a materialelor folosite la construcția recuperatoarelor metalice, limitează întrebuințarea căldurii gazelor. Pentru evitarea supraîncălzirii elementele recuperatoarelor se practică diluarea cu aer rece a produselor de ardere la intrarea în recuperator. Se poate folosi și reducerea temperaturii prin recircularea produselor de ardere.

Cu ajutorul curbei $i = f(t)$ se poate studia răcirea cu aer și răcirea cu gaze recirculate, concluziile fiind utile la dimensionarea sistemului de alimentare.

In cazul recuperatorului cu focar independent rezultă o economie de combustibil în cazul răcirii cu gaze recirculante față de răcirea cu aer, a cărei determinare se indică.

Prin scăderea echivalentului energiei absorbite de instalația de vehiculare a gazelor recirculate, din economia de combustibil astfel calculată se găsește economia netă.

Este necesar a se efectua calculul de rentabilitate în vederea aplicării răcirii prin circulație deoarece energia absorbită pentru recircularea gazelor este funcție — în afară de cantitatea lor — de rezistențele întîmpinate în drumul pe care-l străbat.

In majoritatea cazurilor, economia bruto de combustibil oferă posibilitatea recunoașterii avantajelor răcirii prin gaze recirculate. E 66

l. l.

Uspenschi V. A.: **Folosirea apei de răcire de la centrale termoelectrice şi întreprinderi industriale pentru încălzirea şi izolarea termică a serelor**, „Teploenergetica", nr. 2/1955 pag. 35 — 38.

In articol autorul arată că folosirea apei de răcire la centralele termoelectrice şi întreprinderile industriale pentru încălzirea şi izolarea termică a serelor, apare ca o problemă teoretic studiată cu cîţiva zeci de ani în urmă. Încă din anul 1932, la VNIIT (Institutul Unional de Studii şi cercetări în domeniul folosirii combustibilului) s-au efectuat o serie de experienţe care au dovedit rentabilitatea acesteia.

Aşa de pildă, în anul 1933, la una din centralele termoelectrice din Sverdlovsc s-a construit o seră, unde pentru reducerea la minimum a pierderilor de căldură dintre acoperişul de sticlă al serei şi aerul exterior, s-a folosit un strat izolant de apă caldă de cîţiva milimetri ce se scurgea pe acoperişul înclinat. Nenumărate experienţe în decursul anilor s-au efectuat în următoarele condiţii: temperatura aerului exterior de la — 5,4°C pînă la — 28°C; viteza vîntului pînă la 3,9 m/s; grosimea stratului de apă caldă 5 — 14 mm; temperatura apei de încălzire + 9,2 la + 26,7°C.

Reglarea temperaturii în interiorul serei s-a făcut cu ajutorul unor lămpi electrice de 0 — 0,160 kWh la 1 m² de suprafaţă a serei. Alte izvoare de căldură n-au existat. Experienţele au fost efectuate în ipoteza că transmisia de căldură între aerul interior şi acoperiş este egală cu zero. Pentru aceasta s-a luat temperatura interioară egală cu valoarea medie a temperaturii apei ce spală exterior acoperişul. In felul acesta s-a calculat coeficientul de schimb de căldură între apă şi aerul exterior.

Se subliniază în articol că umiditatea aerului interior influenţează în mod indirect valoarea coeficientului de transmitere de căldură.

Calculele arată că pierderile de căldură prin peretele de sticlă al serei sînt de 94 — 95% din toate pierderile acesteia.

Chiar dacă media temperaturii apei de încălzire este de + 5°C economia de combustibil se ridică la 69%, iar la + 10°C ajunge la 77,5%.

Dacă considerăm (lucru practic posibil) media temperaturii apei de încălzire 22,8°C (adică cu 2,8°C mai mare decît în interiorul serei) se compensează complet pierderile de căldură ale acesteia. In acest caz, sera poate funcţiona fără alt izvor de căldură. Pentru o mai bună stabilitate termică, a serei se prevăd totuşi la o distanţă de 180 mm sub cutiile de culturi nişte suporţi de fund (tăvi) cu apă, a cărei temperatură este de 28°C. Pe măsură ce apa se răceşte, ajungînd la o temperatură mai mare ca a aerului interior cu 2 — 3°C este drenată în canalul de scurgere. La CTE din Sverdlovsc unde temperatura apei era de + 15°C încălzirea se făcea cu ajutorul unor conducte de încălzire cu apă caldă, urmînd ca apa din ţeavă să fie golită doar pentru curăţirea acestora de nămol.

Cifrele citate sînt valabile pentru o temperatură exterioară de — 35°C.

In a doua parte a articolului sînt arătate metodele de construcţie ale acoperişurilor de sticlă ale serelor. Deosebit interes prezintă executarea etanşeităţii dintre plăcile de sticlă care se face cu chit şi asfalt. Experienţele au arătat în mod pozitiv eficacitatea şi ieftinătatea acestei metode. Se arată deasemenea metoda de intervenţie în caz de spargere a uneia din plăcile de sticlă ale acoperişului.

In articol se menţionează că experienţele mai sus amintite continuă pe o scară din ce în ce mai mare în Uniunea Sovietică.

In încheiere se descrie una din serele ce folosesc pentru încălzire apa de răcire a uzinei constructoare de maşini din Ural. E 67

g. c.

Electroenergetică

Georg Boll şi Wilhelm Fleischer. **Tensiunea de transport în reţeaua germană.** ETZ ianuarie 1/1955, vol. 76. ed. A. pag. 10 — 13.

După ce s-a subliniat creşterea progresivă a tensiunilor de transport în decurs de 50 ani în funcţie de creşterea puterii de transport autorii semnalează diversitatea de tensiuni în reţelele germane şi arată că ar fi necesară o normalizare.

In Germania Occidentală va fi adoptată tensiunea de 380 kV pentru transportul de mare putere. Se prevede construirea unei linii de 380 kV între regiunea Ruhr şi Alpi. Intr-o staţie de studii instalată la Mamchiw — Rheinau se studiază de mai mulţi ani comportarea unei linii experimentale de 400 kV de 3 km lungime, linie la care tensiunea poate fi ridicată pînă la 450 kV. E 68

n.p.

Domenach L.: **Traversarea lacului Zürich cu cablu trifazat** de 50 kV, RGE martie 1955, vol. 64. pag. 123 — 128.

Autorul expune în primul rînd motivele care au determinat societatea de electricitate din Zürich să stabilească printre etapele programului de extindere a reţelei de înaltă tensiune o legătură prin cable între posturile Herliberg şi Thalwil situate respectiv pe malurile opuse ale lacului Zürich. Această realizare a cărei punere în funcţiune s-a făcut în mai 1955 asigură între cele două posturi transportul unei puteri de 50 MVA prin două cable trifazate de 50 kV cu o lungime de 2555 m cufundate în lac şi racordate la cablele subterane ale posturilor susamintite. Cablele în discuţie sînt de tipul cu ulei lichid şi canale de ulei cu înveliş de plumb şi izolaţii de polietilen. Autorul descrie încercările din fabrică şi încercările de după aşezarea cablurilor. Operaţiile de aşezare şi particularităţile aferente cufundării acestor cable sînt expuse detaliat în articol. E 69

n.p.

Rybicka V.: **Metode moderne de localizare a defectelor pe reţeaua de cable, din Viena.** E. u. M. 15 dec. 1954. vol. 71. pag. 573 — 576,

Autorul subliniază dificultăţile întîmpinate la localizarea precisă a defectelor în reţelele de cable prin metodele clasice de măsura căderii de tensiune, reactanţă capacitivă sau inductivă. Semnalează încercările efectuate cu o metodă aparţinînd tehnicii radarului care constă în a determina locul avariei măsurînd durata reflexiei impulsurilor de curent de scurtă durată şi calculînd apoi viteza propagării impulsurilor în cablu, viteza depinzînd de permitivitatea izolaţiilor: această metodă a fost abandonată din cauza complicaţiilor aplicării. O altă metodă care dă rezultate mulţumitoare constă în a aplica tensiuni de înaltă frecvenţă de diverse pulsaţii care produc în cablu unde staţionare, se înseamnă frecvenţele pentru care un galvanometru aşezat la intrarea în circuit dă deviaţie maximă şi mărimea benzii de frecvenţă care separă cele două frecvenţe care dau deviaţie maximă, deducîndu-se din acestea locul defectului. Pentru măsurători se foloseşte un generator electronic care poate produce curenţi cu frecvenţă cuprinsă între 32 hHz şi 10 MHz. Echipamentul folosit pentru măsurători este descris şi autorul arată avantajele acestei metode care este cea mai folosită în reţelele electrice ale oraşului Viena. E 70

n.p.

Lindon E. Saline: **Posibilităţile tehnice şi economice de construcţie a reţelelor de înaltă tensiune**, Archiv. für Energiewirtschaft, nr. 3./1955, pag. 82 — 106.

In articol se tratează problemele tehnice şi economice ale transportului de energie la foarte înaltă tensiune.

Pe măsura creşterii puterilor ce trebuie transportate pe linii este indicat să se adopte tensiuni mai mari pentru care preţul liniei pe km şi kW transportat este mai mic. Deşi costul staţiilor şi a transformatoarelor creşte cu tensiunea, ţinînd seama de faptul că pentru tensiuni mai mari se utilizează unităţi cu puteri unitare mai mari preţul specific al transformatorului pe kVA scade. De aici rezultă că există o anumită lungime critică de la care liniile cu tensiune superioară sînt mai avantajoase. (fig. 1) Lungimea critică este:

$$L = \frac{C_{ts2} - C_{ts1}}{C_{L2} - C_{L1}}$$

unde:

C_{ts} este costul transformatoarelor şi staţiilor (dolari/kVA);
C_L — costul liniilor (în dolari/kVA şi milă);
L — lungimea critică în mile.

Cînd într-o regiune deservită de o rețea de înaltă tensiune este necesar să se extindă sistemul existent prin construirea unor linii suplimentare este mai economic ca în locul a patru

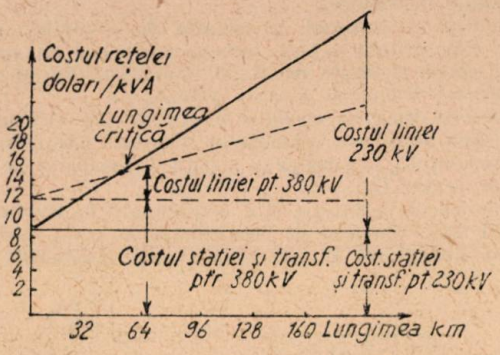


Fig. 1

circuite cu tensiunea existentă să se adopte o singură linie avînd tensiunea dublă.

Se arată că rețeaua arborescentă construită cu linii cu dublu circuit și stații intermediare este mai sigură și mai economică ca rețeaua inelară (buclată) construită cu linii cu simplu circuit (fig. 2). Construirea unor linii cu dublu circuit implică costuri mai mici în special pentru realizarea traseului în zonele populate sau zone greu accesibile decît realizarea unor linii cu traseu diferit. In condițiile actuale ale transportului la tensiuni foarte mari se utilizează conductori cu secțiuni mari simplii sau jumelați pentru a reduce efectul Corona. Capacitatea de transport a liniei este limitată de sarcina ce asigură stabilitatea termică și de sarcina corespunzătoare limitei stabilității dinamice.

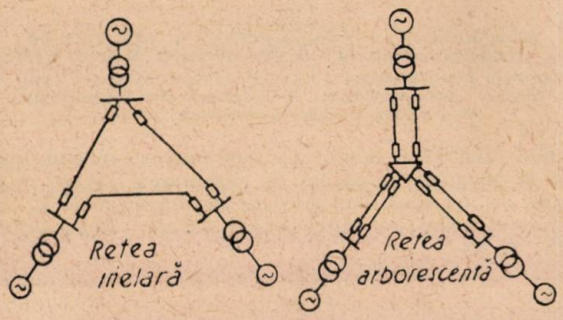


Fig. 2

Fiecare linie are și o sarcină economică care depinde de pierderile active și reactive, de lungime, de mărimea tensiunii și de costul instalațiilor. Se indică diagrame care arată influența secțiunii conductorilor asupra costului transportului de energie prin linii de 230 kV. Se arată că limita stabilității dinamice, dacă nu se iau măsuri speciale nu permite atingerea sarcinii economice. Se arată în continuare că stabilitatea dinamică numai alcătuiește un factor limitator al transportului de energie deoarece există mijloace economice pentru ameliorarea limitei stabilității dinamice și anume: stații intermediare, compensarea serie, întreruptori cu acționare ultrarapidă, interconetarea cu alte rețele de înaltă tensiune.

Se arată în continuare în diagrame și tabele influența pozitivă a stațiilor intermediare și a compensării prin condensatori serie asupra ameliorării stabilității dinamice.

Se indică la sfîrșit 25 de referințe bibliografice. E 71

a.r.

Maurice Victor. **Un nou record al conductorilor din oțel — aluminiu.** Linia de 1 200 000 kW a uzinei Kitimat din SUA, Rev. Aluminium, martie 1954, pag. 103 — 113.

Această linie de 300 kV a cărei lungime este de 80 km leagă uzina hidroelectrică Kemano de uzina de aluminiu Kitimat; puterea instalată prevăzută pentru uzina Kemano este de 1 670 000 CP, iar puterea de transport a liniei de 1 200 000 kW.

Pe o distanță de 63 km linia comportă două șiruri paralele de stîlpi care susțin în total patru circuite constituite din cabluri de oțel — aluminiu cu secțiunea de 805 mm². Pe o lungime de 17 km linia traversează o regiune muntoasă și străbate pasul Kildala la 1 600m, înălțime unde condițiile meteorologice sînt deosebit de grele. Pe această distanță linia comportă numai două circuite așezate fiecare în cîte un șir de stîlpi. Circuitele sînt alcătuite din cabluri de oțel — aluminiu cu secțiunea de 1 704 mm². Sînt date de asemenea în articol amănunte în legătură cu problemele construirii liniei și calculul stîlpilor în funcție de condițiile meteorologice deosebit de grele. E 72

n.p.

David R. și Gatescoupe L.: **Rezultatele cercetărilor cu diverse sisteme noi de excitație și desexcitație rapidă a generatoarelor.** Archiv für Energiewirtschaft, nr. 4 — 1955, pag. 146 — 170).

In raport se arată rezultatele obținute cu noile dispozitive de excitație instalate într-o serie de centrale franceze din Alpi.

Sistemele de excitație sînt realizate după două principii diferite:

a) Sistemul de excitație este acționat prin intermediul dispozitivului de reglaj al tensiunii a cărei viteză de acționare depinde de regulator și este aleasă de așa manieră încît în procesele de restabilire a regimului normal de după defect, să se obțină în același timp o stabilitate suficientă.

b) Sistemul de reglaj are rolul de a reduce tensiunea la valoarea inițială printr-un reglaj mai mult sau mai puțin rapid; dacă stabilitatea este periclitată de un defect mai serios atunci are loc o excitare forțată (respectiv desexcitare rapidă) care întărește și accelerează procesul de reglaj.

Intr-un raport ținut la Cigré în 1946 autorul a denumit sistemul de excitare care face obiectul articolului „Sistem indus de excitație indirectă". Astăzi acest sistem este cunoscut sub denumirea de „excitație forțată".

In fig. 1 se arată principiul excitației forțate. Variația curentului rotorului ce apare la un defect induce un curent tranzitoriu în secundarul transformatorului T care este în serie cu excitația unei excitatrice pentru forțarea excitației (E_a). Rotorul acestei excitatrice se află montat în circuitul de excitație a excitatricei principale și în momentul cînd este parcurs de fluxul datorit curentului tranzitoriu din secundarul transformatorului T produce o mărire sau o micșorare

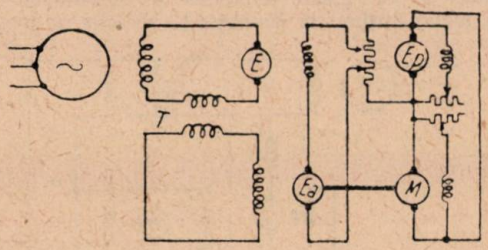


Fig. 1. Schema de principiu a excitației forțate:
E—excitatrice principală; E_p—excitatrice secundară de reglaj; E_a—excitatrice pentru forțarea excitației; T—transformator pentru forțarea excitației

a curentului din circuitul de excitație a excitatricei principale. Acest dispozitiv lucrează aproape instantaneu.

Se lămurește în prealabil noțiunea de viteză de acționare a unei excitatrice. In acest scop este necesar să se cunoască suprafața închisă de către forța electromotoare a excitatricei în funcție de timp.

Fie OA (fig. 2) tensiunea de excitație a generatorului în regim normal, iar curba AIH reprezintă variația tensiunii de mers în gol a excitatricei în funcție de timp; pentru a se obține în cel mai scurt timp excitația maximă, viteza de acționare relativă se exprimă prin:

$$R = \frac{EF}{OA} = 4\frac{CD}{OA} = 2\frac{CK}{OA}$$

Dreapta AF se determină astfel încît suprafaţa $OAKB$ să fie egală cu suprafaţa $OAIHB$; timpul OB este 0,5 s.

La maşini cu excitaţii secundare dependente, întrebuinţarea curbei ce reprezintă variaţia tensiunii în gol a excitatri-

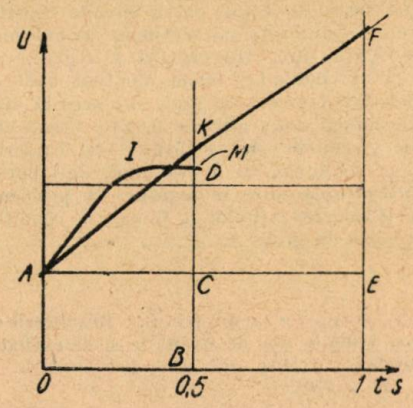


Fig. 2.

cei nu mai este potrivită şi se utilizează curba variaţiei tensiunii sub sarcină pentru o putere cunoscută.

Incercările efectuate au căutat să verifice eficacitatea forţării excitaţiei. S-au făcut probe comparative de funcţionare

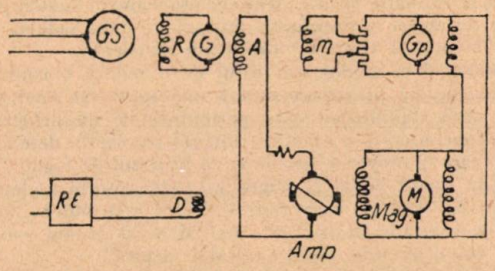


Fig. 3.

GS—generator: *R*—rotor: *G*—excitatrice principală: *A*—înfăşurare de autoexcitaţie: *m*—înfăşurare pentru excitaţie manuală: G_p — excitatrice secundară de reglaj: *Amp*—aplidină: *D*—înfăşurare de demagnetizare: *M*—motor: *RE*—regulator de tensiune: *Mag*—înfăşurare de magnetizare.

în diverse regimuri cu şi fără dispozitiv de forţare a excitaţiei.

Incercările s-au extins atît în ceea ce priveşte determinarea vitezei de acţionare a excitatricei în gol, cît şi în sarcină.

Se arată în continuare rezultatele oscilogramelor procesului de reglaj obţinut în centralele La Vanelle de lîngă Ro-

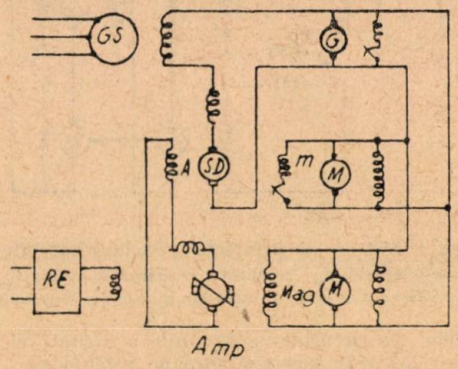


Fig. 4.

GS—generator: *R*—rotor: *G*—excitatrice principală pentru excitaţie forţată: *SD*—excitatrice secundară pentru întărirea sau slăbirea excitaţiei: *A*—înfăşurare de autoexcitaţie: *m*—înfăşurare de excitaţie manuală: *Amp*—aplidină: *D*-înfăşurare de demagnetizare: *Mag*—înfăşurare de magnetizare: *M*—motor: *RE*—regulator de tensiune.

mans şi Brévières (Savoyen). Prima centrală este echipată cu trei grupuri de 11 MVA 100 rot/min şi a doua cu 3 grupuri de 36 MVA, 275 rot/min.

Se deduce avantajele excitaţiei forţate pentru mărirea stabilităţii.

Se arată în continuare tipurile de excitaţie şi dezexcitaţie rapidă prin intermediul amplidinelor şi a regulatoarelor de tensiune electronice.

Se indică două tipuri de circuite de excitaţie: primul (fig. 3) este utilizat pentru turbogeneratori şi hidrogeneratori de puteri şi turaţii medii; al doilea tip (fig. 4) pentru hidrogeneratori lenţi şi de mare putere.

Se descrie tipul de regulator electronic (fig. 5). Tensiunea U la ieşirea punţii este o funcţie de diferenţa între tensiunea generatorului U_1 şi valoarea sa reglată determinată de rezistenţa de reglaj R_{rt}.

Tensiunea de negativare este determinată de curentul din circuitul *AS*. Curentul de demagnetizare ce se stabileşte astfel în înfăşurarea *D* acţionează asupra amplidinei. Com-

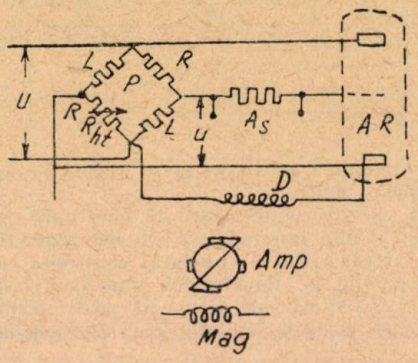


Fig. 5.

P—punte de măsură: *L*—rezistenţă neliniară: *R*—rezistenţă liniară: R_{ht}—rezistenţă reglabilă: A_s— circuitul curentului de reglaj: *AR*-lampă redresoare şi amplificatoare (4 bucăţi se reprezintă schematic numai o lampă): *Amp*—amplidina: *D*—înfăşurare de demagnetizare: *U*—tensiunea de reglat: *u*—tensiunea de grilă.

portarea amplidinei rezultă din suprapunerea cîmpului constant de magnetizare produs de înfăşurarea „mag" şi cel variabil de demagnetizare provocat de amperspirele *D*.

Se arată avantajele întrebuinţării acestor sisteme de excitaţie. E 73

a.r.

Hidroenergetica

Krasivski P. S.: **Automatizarea şi telemecanizarea centralelor hidroelectrice**, Electricestvo, nr. 5/1955, pag. 32 — 43.

In introducere autorul arată importanţa automatizării în industria socialistă arătîndu-se că în regulile de exploatare tehnică a centralelor şi reţelelor electrice ediţia 1953 se arată o serie de condiţii obiligatorii referitoare la automatizarea centralelor hidroelectrice.

In funcţie de gradul de automatizare, centralele hidroelectrice pot fi împărţite în patru grupe: *a*) comandate la distanţă în care comenzile principale sînt centralizate într-un singur punct al centralei în care există personalul de serviciu; *b*) telecomandate în care comanda agregatelor se face dintr-un punct de dispecer raional sau regional şi care sînt deservite de la domiciliu de personalul de serviciu; *c*) complet automatizate în care procesul de exploatare se efectuează automat fără participarea personalului şi *d*) semiautomatizate în care pornirea şi oprirea normală a diferitelor agregate se efectuează manual de personalul de serviciu, iar reglarea şi protecţia se face automat. Se arată după aceea părţile componente precum şi operaţiile importante dintr-o centrală hidroelectrică şi posibilităţile de automatizare. Se arată în încheiere dispozitive de automatizare folosite în U.R.S.S. şi se recomandă automatizarea completă a centralelor hidroelectrice pentru a se atinge efectul optim din punct de vedere tehnico-economic E 74

n.p

Probleme de utilizare rațională a combustibililor locali

Prezentul volum constituie o culegere de articole, reprezentînd (cu două excepții) rezultatul cercetărilor întreprinse în cadrul sectorului de utilizarea combustibililor în Institutul de termoenergetică de pe lîngă Academia ucraineană de științe. Colectivul acestui sector, condus de membru corespondent al Academiei de Științe din R. S.S. Ucraineană prof. *V. I. Tolubinski* (care de altfel semnează 7 din cele 11 articole ale culegerii) se preocupă în mod special de valorificarea cărbunilor bruni pămîntoși din bazinul Niprului, ce posedă următoarele caracteristici: Umiditate foarte mare (55 — 60%) conținut relativ ridicat de cenușă (10 — 15%), putere calorifică inferioară scoborîtă (1 200 — 2 200 kcal/kg), procent mare de materii volatile ($\approx$ 60%), rezistență mecanică redusă. Amplele cercetări efectuate în ultimii ani, au fost axate pe două direcții de utilizare: a) Realizarea de focare pentu arderea cărbunelui brut, deci care trebuie să posede dospozitive speciale pentru rezolvarea influenței considerabilei umidități; b) utilizarea complexă prin procedeul semicocsificării.

Cartea cuprinde șase articole în care se tratează probleme concrete ale realizării de focare indicate pentru arderea cărbunilor în stare brută.

In *„Principiile de ardere ale combustibililor inferiori"* de *V. I. Tolubinski*, se sintetizează procedeele ce pot fi aplicate pentru ameliorarea arderii. Intre altele se subliniază eficacitatea folosirii aprinderii inferioare a arderii în două trepte și a arderii măruntului în diferitele focare de tip ciclon.

In *„Cîteva concluzii asupra schemelor de ardere a cărbunilor bruni foarte umezi"* de *B. I. Tolubinski* și *N. M. Piatișkin*, se compară cele două scheme principale de pregătire a prafului pentru cărbuni foarte umezi ($U > 50\%$): schema *TKTI* în ciclu deschis în care cărbunele brut este introdus într-o moară cu ciocane, măcinat și uscat în același timp,iar praful rezultat este trimis împreună cu gazele în două cicloane. Praful de cărbune separat în ciclon este dirijat la un buncăr intermediar, iar gazele, la o temperatură de aproximativ 100°C și încărcate cu vapori de apă sînt evacuate în atmosferă; schema *KOTEP*, în ciclu închis, unde uscarea cărbunelului are loc înainte de moara cu ciocane, iar gazele de la uscare, împreună cu praful de cărbune antrenat, sînt introduse în focarul cazanului. După o amplă discuție se arată că prima schemă prezintă mai multe avantaje, între care și acela al posibilității arderii stabile a unor sorturi cu totul inferioare (putere calorifică 1 400 kcal/kg).

In articolul *„Arzător auxiliar al prafului de cărbune, de acțiune continuă"* de *V. I. Tolubinski N. M. Piatișkin*, și *V. A. Macovlev*, se descriu pe larg principiile și amănuntele constructive ale acestui dispozitiv. După cum se vede din fig. 1, o parte din curentul de gaze, încărcate cu praf de cărbune, este deviat din parcursul său spre ambrazură și pătrunzînd în canalul vertical (arzătorul suplimentar *1*) se aprinde, datorită radiației puternice a zidăriei. Curentul ferbinte de gaze, ce părăsesc acest arzător suplimentar, se amestecă cu curentul principal de gaze și praf de cărbune, contribuind în mod efectiv, prin aportul său de căldură, la o ardere stabilă în focar.

In articol se insistă asupra avantajelor pe care le prezintă acest arzător suplimentar, cu ardere a prafului de cărbune, spre diferența de arzătoare suplimentare utilizate în mod curent, unde are loc arderea cărbunelui în strat și care nu sînt cu acțiune continuă. Aplicarea arzătorului suplimentar propus, permite renunțarea la o uscare prealabilă a cărbunelui, deci simplifică și ieftinește instalația. Aceste avataje sînt cu deosebire evidente pentru focarele mici.

In *„Focarul ciclon pentru arderea cărbunilor bruni și a turbei frezate "*de *A. N. Kocerejko* se revine asupra instalației descrise anterior*) dîndu-se date noi asupra performanțelor atinse.

Astfel arzîndu-se cărbuni bruni și turbă, cu puteri calorifice între 1 730 și 2 200 kcal/kg s-au obținut randamente ale focarului ciclon de 88 — 94%. Construcția propusă are ur-

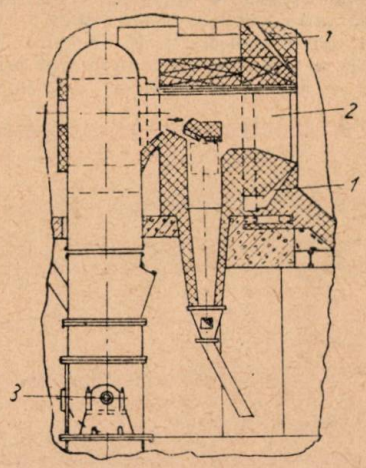


Fig. 1. Aplicarea injectorului suplimentar la arderea cărbunelui pulverizat.
1—injector suplimentar de praf; *2*—injector principal de praf; *3* —moara de praf.

mătoarele caracteristici: evacuarea zgurii în sare uscată, injectarea de aer pe toată lungimea focarului ciclon, experiența unui prag care desparte focarul în două camere, injectarea tangențială a cărbunelui.

S-a constatat că prin creșterea umidității cărbunelui de la 43 — 45% la 56 — 57%, încărcarea termică spațială a scăzut de la $3{,}6 \cdot 10^6$ — $4{,}0 \cdot 10^6$ la $1{,}0 \cdot 10^6$ — $1{,}2 \cdot 10^6$ kcal/m³h.

In articolul *„Cazan de radiație cu alimentare superioară a combustibilului"* prof. *D. I. Rabinovici* expune noul principiu, care constă din aruncarea cărbunelui prin orificii situate în tavanul cazanului, asupra unui grătar plan obișnuit. Prin aceasta se propune asigurarea unei scări prealabile, repartizare granulometrică uniformă pe grătar, profilare simplă a cazanului și în special a ecranelor.

Se menționează în articol că încercările făcute pe model au dovedit că procentul de combustibil, antrenat cu gazele nu depășește anumite limite**)

I. E. Gherman și *I. I. Karasil* arată posibilitatea arderii în stare pulverizată a deșeurilor de spălare la uzinele cocsochimice.

Autorii insistă asupra considerabilei economii ce se capătă prin arderea acestor deșeuri, care în general, sînt aruncate cît și asupra faptului că dificultățile de ardere pot fi îndeajuns de ușor rezolvate.

In cadrul celei de a doua directive de utilizare preconizate, sînt publicate patru articole. Două dintre ele, semnate de un grup de cercetători sub conducerea lui *A. B. Cernișiov* și *V. I. Tolubinski* tratează experiențele de laborator asupra influenței presiunii la semicocsificarea cărbunilor bruni pămîntoși ucrainieni, în următoarele condiții:

a) în curent de azot; b) în curentul de azot și vapori de apă; c) în curent de oxigen și vapori de apă (în cazul gazeificării). Experiențele au fost efectuate la presiuni de 10, 20, 30, și 50 at. S-a asigurat că la toate determinările timpul

*) Contribuții la problema utilizării complexe a cărbunilor bruni și a turbei din U.R.S.S. Ucraniană. Kiev 1951.

**) Experiențele relatate sînt însă departe de a confirma această concluzie.

de parcurgere al gazelor în aparatul de reacție să fie același. Din concluziile autorilor menționăm următoarele :

Semicocsificarea în curent de azot nu este influențată de schimbarea presiunii. In schimb într-un curent de azot și vapori de apă, prin creșterea presiunii s-a constatat descreșterea randamentului de semicocs, creșterea randamentului de gudroane precum și schimbarea calitativă a acestora. Prin gazeificarea în curent de oxigen și vapori de apă s-a constatat, prin creștrea presiunii, creșterea conținutului de metan și bioxid de carbon și descreșterea conținutului de oxid de carbon. S-a constatat de asemenea că prin mărirea raportului $H_2O : O_2$ (la presiune constantă) descreșterea conținutului de oxid de carbon și metan și creșterea conținutului de bioxid de carbon și hidrogen.

In alte două articole se comunică rezultatele obținute, prin aplicarea procedeului de semicocsificare cu purtător de căldură solid (chiar semicocs)*). In articolul *„Bilanțul material și termic al semicocsificării cărbunelui brun ucrainean prin purtător de căldură solid „*de *V. I. Tolubinski G. M. Sciogolov G. L. Babuha S. V. Kaufman*, se comunică rezultatele obținute la o instalație semiindustrială, de la care se poate trage concluzia asupra perspectivelor promițătoare ce le prezintă noul procedeu. Aceleași concluzii sînt valabile și în cazul aplicării procedeului pentru turbă (*Utilizarea complexă a turbei din R.S.S. Ucraineană*, de *V. I. Tolubinski G. M. Sciogolov* și *B. S. Deacenko*). In acest caz se propune însă renunțarea folosirii gudroanelor în scopuri chimice și integrarea acestora în gazul de semicocsificare, jucînd în același timp și rolul de acumulator de gaz.

Culegerea recentă conține un articol semnat de membru corespondent al Academiei de Științe U.R.S.S. *Z. F. Cuihanov*, unde se expune, într-o manieră personală *„Lucrările savanților sovietici în domeniul teoriei arderii și căile de dezvoltare ale tehnicii arderii precum și a utilizării efective a combustibililor solizi.*

D.B.

*) Energetica și Hidrotehnica, 1955 nr. 11. pag. 492.

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

ANUNȚ

In curînd reapare Revista "Hidrotehnica„, *organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. (A.S.I.T.), cu periodicitate trimestrială, număr pagini 64.*

Abonamentele se pot face la toate filialele, subfilialele și cercurile A.S.I.T. din întreaga țară sau la sediul Consiliului Central A.S.I.T. — București Calea Victoriei Nr. 118, Etajul I, Telefon 4.06.2.

Prețul unui abonament :

— Lei 96 anual pentru întreprinderi și instituții și

— Lei 30 anual pentru ingineri și tehnicieni.

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienicor din R.P.R și Ministerului Energiei Electrice și Industriei Electrotehnice . Redacția : București, str. Ioan Ghica nr. 3. Raionu* Tudor Vladimirescu, Telefon : 3.57.28 și 3.07.30 *Administrația și caseria : Calea Victoriei nr. 118, Raionul I. V Stalini Revista este editată de „A.S.I.T." * Abonamentele se primesc la toate oficiile poștale de la orașe și sate, prin factori poștali la secțiile raionale de Difuzare a Presei și la *sediul Redacției din str. Ioan Ghica nr. 3* * Tarif pentru întreprinderi : lei 96 anual; Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri : lei 30 anual; Prețul unui exemplar : lei 5.

E 2039

R

KAT

ENERGETICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

6
E 2039

REVISTA ENERGETICA
1956

SUMAR

Pag.

.*.: Declarația Consiliului Executiv al Federației Mondiale a Oamenilor de Știință, cu privire la producția și experiențele cu armele nucleare 261

Moțoiu C.: Pila de combustie, o cale directă de transformare a energiei combustibililor în energie electrică 262

Stanisavlievici L.: Evitarea coroziunilor caustice în cazanele de abur 269

Vaisman L.: Punerea în paralel a generatoarelor și compensatoarelor sincrone prin autosincronizare 273

Bărglăzan A.: Centrală hidroelectrică în R.P.R. cu turbine Kaplan (1950—1954) 281

ENERGETICA PESTE HOTARE 292

DOCUMENTARE 295

CRONICĂ 304

RECENZII 305

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

.*.: Заявление Исполнительного Комитета Всемирной Федерации научных работников по поводу производства и испытания атомного оружия 261

К. Моцою: Элемент сжигания — непосредственный путь превращения энергии топлива в электроэнергию 262

Л. Станисавлиевич: Предупреждение каустической коррозии в паровых котлах . 269

Л. Вайсман: Параллельное подключение генераторов и синхронных компенсаторов автосинхронизацией 273

А. Барелазан: ГЭС с турбинами Каплан в РНР 281

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА 292

ДОКУМЕНТАЦИЯ 295

ХРОНИКА 304

РЕЦЕНЗИИ 305

SOMMAIRE

Page

.*.: La déclaration du Conseil Exécutif de la Fédération Mondiale des Hommes de Science, au sujet de la production et des expériences avec les armes nucléaires 261

Moțoiu C.: La pile de combustion, une voie directe de transformation de l'énergie des combustibles en énergie électrique . . . 262

Stanisavlievici L.: L'évitement des corrosions caustiques dans les chaudières à vapeurs 269

Vaisman L.: La mise en parallèle des générateurs et des compensateurs synchrones à l'aide de l'autosynchronisation 273

Bărglăzan A.: Centrale hydroélectrique dans la Republique Populaire Roumaine avec des turbines Kaplan (1950—1954) 281

L'ENERGETIQUE AU DELA DES FRONTIERES 293

DOCUMENTATION 295

CHRONIQUE 304

RECENSIONS 305

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

.*.: Die Erklärung des Exekutiven Rates der Weltföderation der Wissenschaftler betreffend die Erzeugung und Versuche mit Atomwaffen 261

Moțoiu C.: Das Verbrennungselement, ein direkter Weg zur Verwandlung der Brennstoffenergie in elektrischer Energie 262

Stanisavlievici L.: Vermeidung ätzender Korrosionen in den Dampfkesseln 269

Vaisman L.: Parallelschaltung der Synchrongeneratoren und Kompensatoren mittels Autosynchronisierung 273

Bărglăzan A.: Elektrisches Wasserkraftwerk in der Rumänischen Volksrepublik mit Kaplanturbinen (1950—1954) 281

DIE ENERGETIK IM AUSLAND 293

SCHRIFTTUM 295

CHRONIK 304

BUCHERSCHAU 305

E 2039

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

ENERGETICA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacţie

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul IV ★ 1956 ★ Nr. 6 Redacţia: Bucureşti, str. I. Ghica nr. 3 ★ Tel. 3.07.30 3.57.28

Institut de documentare tehnică BUCUREŞTI
OBMEN - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - OMEHA

Declaraţia Consiliului Executiv al Federaţiei Mondiale a Oamenilor de Ştiinţă cu privire la producţia şi experienţele cu armele nucleare

Intre 1 şi 4 aprilie a. c. au avut loc la Pekin lucrările celei de a XVI sesiuni a Consiliului Executiv al Federaţiei Mondiale a Oamenilor de Ştiinţă (FMOS).

Cu acest prilej Consiliul Executiv a adoptat şi a hotărît să dea publicităţii următoarea :

DECLARAŢIE

Federaţia Mondială a Oamenilor de Ştiinţă împreună cu mai multe organizaţii şi cu un număr de oameni de ştiinţă, dintre care unii de mare autoritate, a atras atenţia în numeroase rînduri asupra pericolului pe care-l reprezintă producţia continuă, stocarea şi experienţele cu armele nucleare.

Federaţia socoteşte că acest pericol poate fi înlăturat numai prin încheierea pe baze largi a unei convenţii între marile puteri privind dezarmarea şi scoaterea în afara legii a acestor arme.

De aceea cea de a XVI-a reuniune a Consiliului Executiv al F.M.O.S. consideră continuarea discuţiilor în subcomitetul de dezarmare a Adunării Naţiunilor Unite şi face apel la toţi participanţii să facă un suprem efort pentru a ajunge la o înţelegere asupra punctelor în discuţie. Astfel omenirea va fi scăpată de la groaznica ameninţare a exterminării în masă, care va continua să planeze asupra lumii pînă la realizarea unei asemenea înţelegeri.

Intre timp mai multe ţări continuă experienţele cu armele nucleare în ciuda gravelor prejudicii cauzate de experienţele anterioare; în astfel de condiţii acumularea elementelor radioactive în atmosferă sporeşte cu fiecare nouă explozie experimentală fără să se ţină seama că nu este încă cunoscută amploarea tulburărilor genetice de care ar putea suferi generaţii viitoare. Din aceste motive insistăm asupra necesităţii de a se încheia fără întîrziere o convenţie internaţională, menită să oprească orice noi experienţe cu armele atomice şi termo-nucleare. Subliniem că interzicerea imediată a experienţelor cu armele nucleare poate fi realizată fără restricţie, dat fiind că detectarea experienţelor cu astfel de arme nu prezintă dificultăţi tehnice.

In faţa acestei situaţii grave apelăm la oamenii de ştiinţă din toate ţările, să ridice cît mai hotărît glasul împotriva producţiei continue, a stocării şi experienţelor cu aceste arme, astfel ca noile şi marile surse de energie — cele nucleare — devenite utilizabile prin iscusinţa omenească, să poată fi întrebuinţate exclusiv pentru scopuri paşnice pentru a spori bogăţia şi fericirea întregii omeniri.

Pila de combustie, o cale directă de transformare a energiei combustibililor în energie electrică

Conf. ing. C. MOȚOIU

Articolul prezintă cu scop de informare și documentare problema transformării directe a energiei dezvoltate prin arderea combustibililor în energie electrică cu ajutorul pilelor de combustie. Această problemă puțin cunoscută la noi, constituie azi o preocupare serioasă a specialiștilor din alte țări și oferă perspective noi termoenergeticei întrucît randamentul transformării directe a energiei este incomparabil mai mare decît randamentul centralelor termoelectrice clasice. Se expune stadiul actual al tehnicii mondiale în această privință și se indică bibliografia de specialitate

1. Considerații introductive

Din balanța mondială rezultă că astăzi cea mai mare parte din energia electrică este produsă în centrale termoelectrice. De exemplu din totalul energiei electrice produse anual pe glob, însumînd aproximativ 1500 miliarde kWh, aproape două treimi au fost produse în centrale termoelectrice. In aceste centrale termoelectrice clasice, prin oxidarea caldă și ireversibilă din focarul cazanului are loc o transformare a energiei chimice a combustibilului (corespunzătoare puterii calorifice) în energie termică. Prin intermediul circuitului termic, o parte mică din aceasta se transformă în energie mecanică și apoi cu ajutorul unei mașini rotative în energie electrică.

Randamentul total al centralelor termoelectrice are în practică valori scăzute datorită randamentului mic al circuitului termic din cauza temperaturii limitate a sursei calde și din cauza căderii de căldură limitate care se poate folosi în mașină.

La stadiul tehnicii de astăzi, pentru cele mai mari unități cu turbine cu abur (325 MW), cu toate perfecționările aduse circuitului termic și la valorile maxime ale parametrilor aburului (361 at, 650°C) consumul specific poate atinge 2050 kcal/kWh, corespunzător unui randament de 42% care poate fi considerat ca un maxim. In medie, randamentul centralelor termoelectrice moderne atinge 25... 30% corespunzător unui consum specific de 3000... 3500 kcal/kWh.

Mărirea randamentului este posibilă numai în cazul special al centralelor de termoficare în care valorificarea combustibilului poate atinge valori de 70%.

Preocuparea pentru reducerea consumului de combustibil a împins pe tehnicieni să caute alte căi, pentru transformarea energiei desvoltate prin arderea combustibililor în energie electrică. Pilele de combustie sînt elementele în care energia eliberată prin oxidarea combustibilului se valorifică direct sub formă de energie electrică evitînd arderea caldă și ireversibilă.

Conform explicației date de Prof. E. Iusti, [4] atomul de carbon C^{++++} purtînd patru sarcini elementare pozitive în combinație cu 2 atomi de O^{--}, purtînd 2 sarcini elementare negative se leagă prin oxidare formînd o moleculă CO_2 neutră ca sarcină electrică. La o ardere obișnuită energia de scurtcircuit datorită oxidării apare sub formă de căldură.

In pila de combustie, oxidarea are loc izoterm sau aproape izoterm, adică fără degajare de căldură și la temperatură cît mai scăzută.

Datorită condițiilor speciale din pilă, energia ionilor de polarități diferite conduce la creerea unei diferențe de potențial, regăsindu-se la închiderea circuitului electric exterior sub formă de energie electrică.

Din acest punct de vedere pilele de combustie sînt similare cu pilele galvanice.

Dacă se adoptă pentru cărbunele superior curat o putere calorifică de 8000 kcal/kg, cu echivalentul electric de 4184 Ws/kcal, aceasta corespunde unei energii electrice echivalente de $33 \cdot 10^6$ Ws/kg cărbune.

Dacă se consideră că 1 kg de cărbune conține 5.10^{25} atomi de carbon, care posedă fiecare cîte patru sarcini electrice elementare (fiecare de $1{,}6.10^{-19}$ As) atunci la oxidarea completă a unui kg de cărbune se scurg dela oxigen la carbon $32.\ 10^6$As. Impărțind energia de oxidare prin curent, rezultă că teoretic într-o pilă de combustie fără pierderi, apare la bornele electrozilor de polarități diferite o f.e.m de 1,1 V (un calcul mai riguros indică 1,02 V)..

Pila de combustie datează ca descoperire de mult. Incă în anul 1881 Grove apoi Rousse şi mai tîrziu Colletet şi Gordeau au realizat în laborator o pilă de combustie în care oxigenul şi hidrogenul combinîndu-se generează o f.e.m. de aproximativ 1 V.

In anul 1894 K. Ostwald [21] defineşte principiul adevăratei pile de combustie şi încearcă traducerea ei în practică propunînd realizarea pilei în care se arde cărbune, oxid de carbon sau gaz de apă în aer.

Incercările sînt greoaie şi se lovesc de o serie de obstacole : pasivitatea cărbunelui faţă de oxigen la temperaturi scoborîte, tensiunea mică, greutatea şi costul electrozilor, preţul elementelor care constituie combustibilul şi al catalizatorilor, viaţa limitată a electrolitului pilei şi uzura electrozilor.

In ceea ce priveşte pila cu CO şi aer, problema este în primul rînd de a realiza starea ionică, care la gazele folosite se formează greu, de a face ca elementele să intre în reacţie cu electrolitul şi de a activa această reacţie care în general este foarte înceată. Aceste greutăţi impun ca pila să lucreze la temperaturi peste 500°C. Realizarea pilelor cu temperatură scoborîtă de lucru a fost posibilă numai în cazul cînd reacţia se petrece între hidrogen şi oxigen.

Experienţe numeroase în perioada dintre cele 2 războaie, între care citäm pe cele ale lui Baur [23] [24] în Elveţia s-au concentrat în special asupra construcţiei practice ale electrozilor şi tendinţei de a coborî temperatura pilei, folosind drept combustibil cărbune sau gaze combustibile H, CO, CH_4, C_2H_2.

Toate aceste experienţe au avut însă numai o valoare limitată de laborator căci deşi pilele de combustie construite au realizat randamente de pînă la 75%, f.e.m., densitatea de curent pe electrozi a fost redusă iar în schimb rezistenţa interioară a pilei foarte mare (pînă la 370 ohm/cm²).

In ultimul timp încercări mult mai sistematice au condus la rezultate pozitive şi conform afirmaţiilor din literatura de specialitate, calea directă de transformare a energiei rezultată din oxidarea combustibililor în energie electrică a depăşit cadrul discuţiilor academice fiind astăzi în stadiul începutului utilizării lor tehnice.

Incercări au fost făcute cu succes în URSS unde O. K. Davtyan a realizat două tipuri de pile, între care una de temperatură ridicată, folosind CO H şi O, şi una cu temperatură scoborîtă, folosind H şi O.

Alte încercări s-au făcut în Anglia unde s-au realizat încă alte tipuri de pile, în SUA unde s-au extins experienţele făcute de Davtyan, însfîrşit în Germania, Franţa, Austria, Italia.

Toate încercările tind să rezolve problemele de cinetică chimică care stau la baza pilei cu material cît mai ieftin şi să găsească tehnologia de a produce materialele care să asigure pilei o funcţionare cît mai îndelungată, cu o densitate de curent mare şi o rezistenţă interioară scăzută, aşa încît pila să se poată produce la scară industrială.

In cele de mai jos se face o trecere în revistă a tipurilor de pile construite în ultimul timp.

2. Descrierea pilelor construite

2.1 **Pile cu temperatură ridicată.** S-au realizat numeroase experienţe cu pile la temperaturi de 400°C şi mai mult pentru folosirea combustibilului solid sau a oxidului de carbon şi a hidrocarburilor. La aceste pile au fost încercaţi electroliţi lichizi sau topiţi. Aceştia au prezentat însă dificultăţi fiind nestabili în timp şi reacţionînd cu cuva pilei. S-au încercat deasemeni electroliţi în stare solidă care au avantajul că sînt stabili în timp (Baur 1937, electrolit pe bază de wolfram şi oxid de ceriu). Studiul ulterior al acestora a indicat însă că electrolitul solid prezintă dezavantajul fisurării din cauza variaţiilor de temparatură şi a lipsei de etanşeitate între spaţiul catodei şi anodei.

Pilele folosind drept combustibil direct cărbunele, au impus temperaturi foarte ridicate de lucru (1150°C), rezultînd pierderi însemnate de căldură. Randamentul obţinut a fost de 60% pentru o densitatea de curent de 10mA/cm² şi valoarea acestuia a fost independentă faţă de temperatură. Pilele cu CO au un randament de transformare mai redus şi acest randament scade cu creşterea temperaturii. In consecinţă o astfel de pilă trebuie să lucreze la o temperatură cît mai coborîtă.

Pila construită de Davtyan la Academia de Ştiinţe tehnice din URSS asupra căreia comunicarea rezultatelor a apărut în anul 1946 [2] este de tipul cu electrolit solid şi cu electrozi de fier, dezvoltînd şi perfecţionînd încercările lui Baur.

Pila funcţionează cu combustibil gazos, 50% CO şi 50% H şi aer la presiunea atmosferică şi la temperatura de 550 ... 900°C. La o funcţionare de regim cu o temperatură de 700°C şi cu o densitate de curent de 20 mA/cm² tensiunea la borne a fost 0,785 V iar randamentul 80%.

La o densitate de curent de 32 mA/cm² tensiunea s-a menținut la 0,75 V, iar f.e.m. în gol a fost 0,85 V.

Rezistența internă a pilei a fost de 3,1 Ω/cm².

Timpul de lucru al pilei a fost între 10 și 20 ore, ceea ce nu a permis observații asupra variației f.e.m. în timp. Inconvenientul esențial este fisurarea și explozia electrolitului solid.

Schema construcției pilei este arătată în fig. 1.

Electrolitul solid se compune din carbonat de sodiu, nisip de Monazit, (compus natural

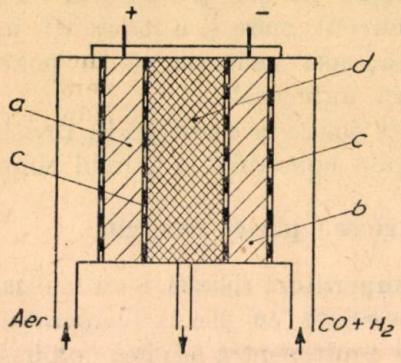


Fig. 1. Pila de combustie cu temperatura ridicată construită de Davtyan:
a – anod din oxid feric și magnetită (Fe_3O_4); *b* – catod din fier și oxid feric; *c* – tablă perforată; *d* – electrolit.

care cuprinde ortofosfat de ceriu $CePO_4$, oxid de thoriu și oxizi ai pămînturilor rare), trioxid de wolfram și sticlă de sodiu.

Incercări în curs cu pile de acest gen s-au continuat și în Anglia la Sondes Place Research Institute la inițiativa ministerului centralelor electrice, punîndu-se accentul pe materiale foarte curate în ceea ce privește electrozii, electrolitul, combustibilul pentru a urmări riguros constantele și transformările chimice din pilă [1].

In SUA, o întreprindere interesată în industria aluminului și-a propus folosirea energiei produse cu ajutorul pilelor de combustie pentru electroliza aluminiului, fiind pe cale să realizeze la scară industrială instalația.

Pila construită de E. Gorin în acest scop este o dezvoltare a pilei Davtyan și lucrează la temperatura de 700°C. Pila este alimentată cu gaz de gazogen provenit din distilarea cărbunelui. Gazogenul este la rîndul său cuplat cu pila de combustie și folosește căldura degajată de aceasta primind din pilă gazele arse și aburul degajat. Temperatura de lucru a gazogenului este 900°C.

Reunirea celor două elemente permite ridicarea randamentului pilei care fără recuperare a fost de 42,8% la o valoare de 57,4%. Incercări suplimentare anunțate au dat un randament de pînă la 75%. Valori superioare pentru randamentul transformării nu sînt posibile deoarece temperatura optimă de funcționare a pilei diferă de cea a gazogenului și în practică este necesar să se facă un compromis între acestea.

Pila Gorin s-a studiat și în legătură cu întrebuințarea gazului metan drept combustibil în care caz se întrevede ca necesar să se folosească și catalizatori, ca de exemplu Ni — Al_2O_3 sau NiMg — O.

Deși perspectivele asupra acestui tip de pilă de combustie sînt optimiste, pentru punerea ei la punct este încă necesară rezolvarea problemelor tehnologice de realizare a electrozilor care în prezent au o viață relativ scurtă.

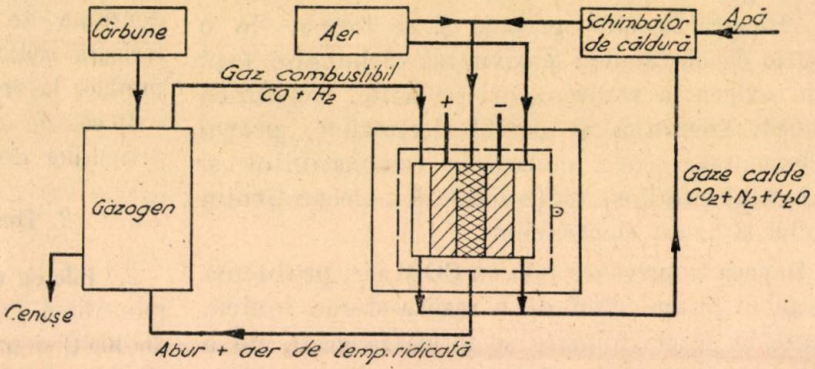


Fig. 2 Instalația pilei de combustie Gorin.

Schema instalației pilei Gorin este arătată în fig. 2.

Alte încercări conduse în Germania de Prof. Iusti și Bischoff au fost făcute asupra unei pile cu temperatură înaltă folosind direct cărbune pulverulent. Pila lucrează la temperatura de 700°C și are o f.e.m. de 98% din cea teoretică, însă la o încărcare de 0,5 mA/cm² tensiunea scade la 60%, obținîndu-se o valoare de 0,6 V. Pila folosește electrolit solid sub formă de cilindru gol din argilă poroasă impregnată cu carbonat de sodiu care se află înconjurată într-o masă de magnetită și conține la interior

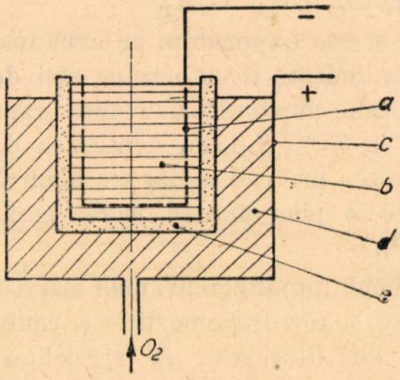


Fig. 3. Pila de combustie Bischoff:
a – plasă metalică; *b* – catodă din praf de cărbune; *c* – cuvă de Fe; *d* – magnetită (Fe_3O_4); *e* – electrolit solid din carbonat de sodiu și argilă poroasă.

catode formate din praf de cărbune. Oxigenul necesar reacției se suflă prin magnetită. Conexiunea la catoda de cărbune se face printr-o plasă metalică. Schema de construcție este arătată în fig. 3.

Se pare că această pilă deşi slabă în ceea ce priveşte performanţele, a lucrat în bune condiţiuni mai multe luni şi că în prezent s-a găsit şi o posibilitate de a reduce rezistenţa ei internă.

Cercetătorii italieni Croatto şi Bruno [18] au realizat şi ei o pilă de temperatură ridicată pe care s-au făcut experienţe cu electrozi din diferite metale: sodiu, zinc, plumb, argint pentru a descoperi care se comportă mai bine. Pila se deosebeşte prin aceea că posedă doi electroliţi în contact unul cu celălalt, cel puţin unul din electroliţi este solid, şi fiecare electrod nu vine în contact decît cu un singur fel de electrolit, acela care asigură o funcţionare mai favorabilă.

2.2 **Pilele cu temperatură scoborîtă.** Pilele cu temperatură scoborîtă sînt construite pentru

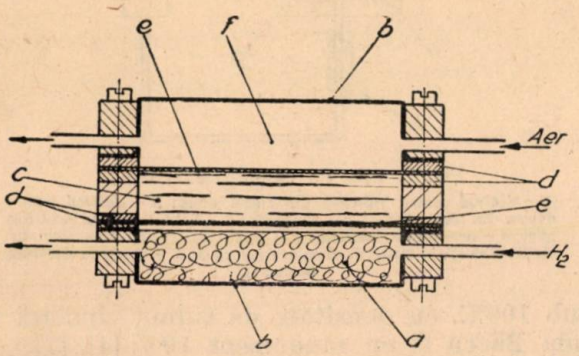


Fig. 4 Pila de combustie cu temperatura scoborîtă (tip Davtyan):

a — catod din cărbune activat şi catalizator; *b* — capace etanşe; *c*—electrolitul; *d* — inele izolatoare de cauciuc; *e* — membrană de protecţie acoperită cu tablă găurită; — spaţiul pentru anodă din cărbune activat şi catalizator

reacţia hidrogen-oxigen. Şi în acest domeniu cercetările au fost foarte variate şi au condus la rezultate interesante şi pozitive.

In comunicările făcute Academiei de Ştiinţe din URSS Davtyan descrie construcţiile realizate şi experimentate în această direcţie în URSS în diferite institute de cercetări.

Pila construită a fost compusă din electrozi de cărbune activat prin adaos de 10% praf metalic drept catalizator. Catalizatorul cel mai potrivit pentru electrodul pentru aer a fost nichelul iar pentru electrodul pentru hidrogen argintul. Calitatea electrozilor depinde chiar de procedeul de pregătire a prafului metalic catalizator.

Electrolitul se compune din soluţie de hidroxid de sodiu 35%.

Faţă de f.e.m. teoretic de 1,23 V s-a obţinut practic 1,12 V, iar la funcţionarea cu o densitate de curent de 35 mA/cm² tensiunea s-a menţinut la 0,75 V, adică cu un randament de 61%. Funcţionarea pilei impune puritate deosebită pentru gazele folosite întrucît oxidul de carbon din hidrogen sau bioxidul de carbon din aer reacţionează cu electrolitul, deasemenea, cu timpul catalizatorii sînt otrăviţi din cauza impurităţilor.

In fig. 4 este arătată construcţia unei pile de tipul Davtyan descrisă mai sus şi care a fost experimentată şi în Anglia [1].

Ambii electrozi avînd 100 cm² sînt închişi etanş faţă de exterior cu capace metalice iar aerul, respectiv hidrogenul, este condus în pilă prin electrodul poros. Intre electrod şi electrolit se găseşte o membrană prin care este posibilă difuzia ionilor dar care apără electrodul de coroziune din partea electrolitului. Această membrană are o influenţă hotărîtoare asupra funcţionării pilei întrucît măreşte mult rezistenţa electrică interioară.

Pila construită de Davtyan a fost dotată cu membrane din parafină, la pilele încercate de Adams A.M. în Anglia s-au montat membrane din hidrocarburi lichide, silicon, hîrtie impregnată cu parafină sau polietilen.

Fiecare din aceste membrane are calităţi şi defecte, se pare că cea mai potrivită ar fi membrana acoperită cu lac de silicon care permite să se funcţioneze timp de mai multe luni cu celula, cu o suprapresiune foarte redusă a gazelor în spaţiul electrozilor.

Pentru ca să se evite pierderile ohmice în electrolit, volumul acestuia se reduce la minimum.

S-au construit numeroase variante ale tipului de mai sus, şi încercarea acestora pe perioada mai lungă a arătat că:

— forţa electromotoare apare treptat, stabilindu-se la o valoare de regim după cca 24 h, ceea ce rezultă şi din diagrama fig. 5;

— în exploatare tensiunea se menţine la 0,73 V faţă de valoarea teoretică 1,23 V, curba de variaţie a tensiunii în raport cu densitatea de curent este dată în fig. 6, de unde se vede că diferă mult de la caz la caz în funcţie de materialele formînd membranele pilei. Este interesant de observat că în timp ce la pile Davtyan, căderea este logaritmică, indicînd

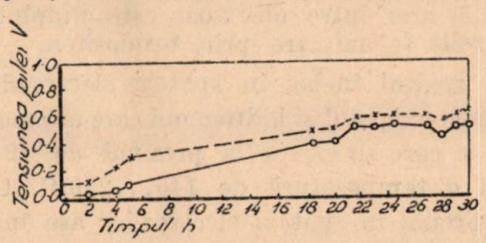


Fig. 5. Diagrama de pornire a pilei cu temperatura scoborîtă.

că variaţia tensiunii se datoreşte unor procese nereversibile în electrozi şi polarizării electrolitului, căderea lineară de tensiune la pilele 2 şi 3 încercate în Anglia se datoreşte rezistenţei interioare a pilelor;

— valoarea rezistenţei interioare a pilei este mare şi anume: la 2 pile tip Davtyan 15 şi 85 Ω/cm², iar la 2 pile încercate la B.E.A. 320 şi 370 Ω/cm².

Pilele încercate au fost menţinute în sarcină timp de 19 luni cu 5 reînoiri ale încărcăturilor.

Timp de 100 zile tensiunea s-a menținut neschimbată, după aceea a scăzut pînă la 0,2 V. La oprirea pilei și schimbarea polarității, a fost necesar un timp de 24 ore pentru ca pila să se formeze din nou, după care tensiunea a re-

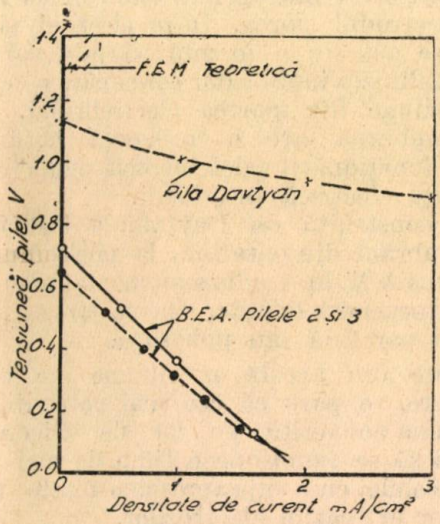


Fig. 6. Variația tensiunii pilei de combustie cu sarcina.

venit deși s-a funcționat cu electrozi prevăzuți inițial pentru polaritate contrară.

In Austria, Kordesch și Marko, făcînd studii asupra electrolizilor au reușit să realizeze materiale mai active permițînd densități de curent de 30 mA/cm² [16].

Un tip complet diferit de pilă lucrînd la temperatură joasă dar la presiune ridicată a fost construit de Bacon la Cambridge, cu sprijinul Ministerului Energiei Electrice din Anglia și al Asociației pentru cercetări electrice [17], [18].

Electrozii acestei pile sînt din nichel poros sinterizat sub formă de plăci cu grosimea 4 mm și mărimea porilor 30μ respectiv 16μ. Distanța de 1,5 mm între electrozi este umplută cu electrolit în mișcare prin termosifon.

In spațiul închis în spatele electrozilor se împinge oxigenul și hidrogenul care alimentează pila, și care se găsesc la presiuni de 42 — 56 at și o temperatură de 140...240°C. Gazele pot circula în spatele electrozilor așa încît să poată evacua aburul format în urma reacției.

Forța electromotoare teoretică este 1,17 V, în practică obținîndu-se 1,05 V.

Rezistența internă a pilei este mică 0,5 Ω/cm², iar circulația electrolitului care înlătură polarizarea permite să se obțină densități mari de curent, pentru care tensiunile sînt:

mA/cm^2	1080	720	410
V	0,6	0,7	0,8

Dezavantajul acestei pile este otrăvirea rapidă a electrozilor din cauza impurităților din gaze. Ca urmare a acestui fapt este necesar să se alimenteze pila cu hidrogen și oxigen chimic pur.

Pila Iusti recent dezvoltată în Germania funcționează fără suprapresiune, la temperaturi

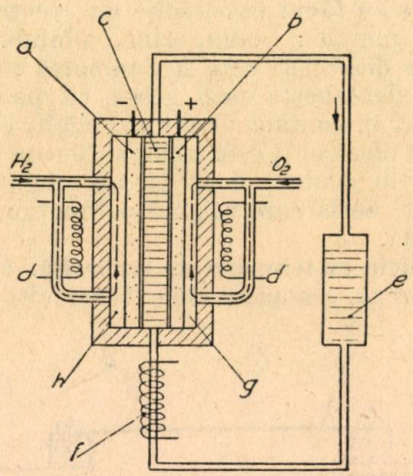


Fig. 7. Pila de combustie Bacon:
a — electrod pentru hidrogen din nichel poros; *b* — electrod pentru oxigen din nichel poros; *c* — electrolit; *d* — bobină pentru încălzirea pilei; *e* — rezervor de electrolit; *f* — bobină pentru activarea circulației electrolitului; *g* — spații de circulație pentru O; *h* — spații de circulație pentru H.

sub 100°C, cu densitate de curent similară cu pila Bacon și cu randament 70% [4], [7].

In fig. 8 este arătat electrodul de oxigen al acestei pile compus din Zn. Electrodul de

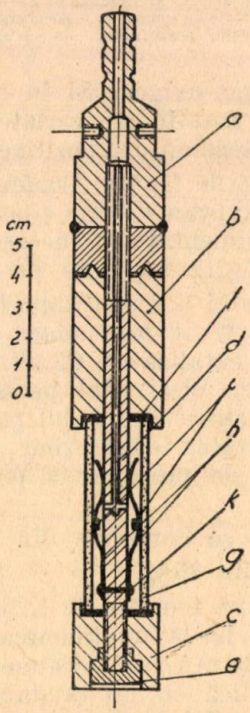


Fig. 8. Electrodul pilei de combustie Iusti:
a — racord metalic pentru gaz și curent electric; *b* — și *c* — corpuri din plexiglas; *d* — tendon metalic; *e* — piuliță de fund; *f* — șaibe de etanșare; *g* — cilindru de cărbune poros; *h*, *i*, *k* — dispozitive pentru contact.

hidrogen este complet asemănător, fiind însă compus din Ni. Electrodul are în jur un cilindru

gol din cărbune poros cu care este asigurat contactul electric, iar gazul este introdus în interiorul electrodului cu o presiune de 1,5 at. Electrolitul este o soluție de hidrat de potasiu 6x normală. Duritatea curentului la temperatura de lucru de 90°C este de maximum 700 mA/cm², (curent de scurtcircuit). Pila nu are adaose catalitice sau metale nobile și acționează numai electrolitic.

Ambii electrozi lucrează în același electrolit fără perete despărțitor. Sensibilitatea la impurități este deasemeni mai redusă ca la pila Bacon.

2.3 **Pile de combustie indirecte.** Pila de combustie indirectă limitează reacțiile, din interiorul pilei exclusiv la reacții ionice, care se execută cu viteză mare și pierdere mică de energie, în timp ce reacția de oxidare între combustibil și oxigen are loc în exterior unde se poate obține un control mai bun și un randament superior. Pila de acest tip, denumită sistem „Redox" a fost cercetată de Posner la King's College în Anglia, și se compune din doi electroliți despărțiți prin membrană poroasă, circulînd fiecare în jurul unuia din electrozi.

Unul din electroliți se oxidează la exterior, celălalt se reduce.

Incercările cu aceste pile sînt în curs, f.e.m. în cazul folosirii electroliților Fe Cl_3/$FeCl_2$ sau $Fe_2(SO_4)_3$/$FeSO_4$ are de exemplu o valoare 0,25 V.

Reducerea soluției ferice în soluția feroasă se poate face direct cu cărbune, la temperatură de cca. 190°C și presiunea de 7...14 at. Oxidarea soluției feroase în soluție ferică, în circuitul celuilalt electrod se face catalitic cu aer din atmosferă.

Asupra posibilității de realizare tehnico-industrială a acestei celule nu sînt încă date suficiente.

3. Concluzii - perspective

La stadiul de astăzi, deși foarte promițător ca posibilități și randament, pilele de combustie se află abia la începutul introducerii lor în tehnică.

Cu pila Gorin, s-a proiectat realizarea unor unități termo-chimice capabile să alimenteze o industrie de aluminiu. Caracterul special al energiei electrice produse cu ajutorul pilelor termice este forma curentului: continuu și tensiunea joasă. Prima lor utilizare poate fi deci în special alimentarea industriilor de electroliză.

Pila Bacon este deasemeni foarte avansată ca cercetări și este pe punctul de a intra în aplicațiile curente tehnice. Folosind hidrogen și oxigen curat, prețul energiei electrice produse de această pilă rămîne încă de 7,5 ori mai mare decît prețul energiei electrice obținută în acumulatorii cu plumb. Desvoltarea ei în viitor depinde de posibilitatea de prelungire a vieții electrozilor, insensibilizîndu-i față de impurități și de scăderea prețului combustibilului pentru pilă, în special în ceea ce privește purificarea gazelor.

Greutatea pilei inclusiv rezervoarele de oxigen și hidrogen este inferioară greutății unui acumulator cu plumb de capacitate egală. Randamentul pilei este deasemeni mai ridicat decît randamentul unui acumulator electric, iar realimentarea pilei prin schimbarea rezervoarelor de gaze foarte ușoară. Din această cauză cercetările engleze de la Cambridge se pare că au ca obiectiv principal nu crearea unei metode de producere a energiei electrice din combustibil ci un acumulator de energie. Acest acumulator ar servi pentru mijloacele de transport terestru sau naval, acumularea energiei făcîndu-se sub formă de gaze hidrogen și oxigen, rezultate fie din electroliză fie prin extragerea hidrogenului din cărbune și purificarea lui corespunzătoare.

Deasemeni se analizează posibilitatea de a combina pilele Bacon cu centrale eoliene sau hidraulice dotate cu instalații de electroliză a apei. Pila joacă aici rolul de acumulator de energie făcîndu-se compensarea curbei de sarcină.

De interes deosebit este propunerea facută de Génin [12] în Franța unde se analizează cuplarea pilelor de combustie cu procedeul de gazeificare subterană a cărbunilor sau produselor petrolifere în strat. In această situație gazele inerte nu au o influență defavorabilă asupra funcționării pilei însă, trebuie puse la punct metode ieftine pentru curățirea gazelor de imputități, problemă care condiționează funcționarea corectă a pilelor.

Interesul pentru această cale nouă de producere a energiei electrice a crescut mult în ultimul timp. O dovadă a acestui fapt este și includerea pe ordinea de zi a conferinței internaționale a energeticienilor de la Viena, iunie 1956 a unor comunicări speciale asupra pilelor de combustie.

Bibliografie:

[1] *Adams A. M.*: Recents developments of fuel cells. Journal of the institute of fuel, Vol. 27 (1954), pag. 366/73. Traducerea în l. germană Archiv für Energiewirtschaft Zeitungsdienst Nr. 10/1955, pag 402/410 și Nr. 11/1955, pag. 442/451.

[2] *Davtyan O. K.*: Transformarea directă a energiei chimice a combustibilului în energie electrică. Izvestia Akademii Nauk Moskova 1946 Nr. I şi II şi 1947.
[3] *McKee I. H.* şi *Adams*: Production of electricity from coal by electromechanical means. Fuel Vol. 28 (1949) pag. 1/6.
[4] *Iusti E.*: Probleme und Wege der Zukunftigen Energieversorgung der Menschheit Iahrbuch Acad. fur Wissenschaft u Litteratur, 1955.
[5] *Bischoff K.*: Uber die Erzeugung elektriscen Energie in Brennstaffelementen BWK Vol. 3 (1951) p. 154.
[6] * * * Die Brennstaffzelle im Anfangstadium technischer Verwventbarkeit BWK Vol. 8 (1956) caet 1 pag 26.
[7] *Hahnemann H. W.*: Hohe Wrikungsgrade durch Kalte Verbrennüng von Kohle VDI Zeitschrift Vol. 98 (1956) caet. 1 pag. 13/14.
[8] RGH Watson: Fuel cells, Electrical World Vol. 6 (1955) pag. 30 şi Direct Current, Vol. 1 (1952) pag. 30/34.
[9] RGH Watson: Electrochemical generation of electricity Research Vol. 7. (1954) pag. 34/40.
[10] *Levina S.* şi *Orlov A.* Doklad Akademii Nauk, Nr. 1 (1952) pag. 115/6 Moscova.
[11] *Danckwerts P. V.*: Fuel cells, Industrial chemistry, Vol. 28 (1952) pag. 99.
[12] *Génin*: Electricité Vol. 37. (1953) pag. 1/7 şi 125/132.
[13] *Gastoue D. Y.* Une nouvelle source d'énergie. Tehnique moderne Vol. 45. (1953) caet 3 pag. 80/83 cu rezumat în BWK Vol. 6 (1954) caet 7 pag. 293/94.
[14] * * * Brenstoffzellen zur Stromerzeugung. Algemeine Wärmetechnik Vol. 4 (1954) caet 5 pag. 86 cu rezumat în BWK Vol. 6 (1954) caet 7 pag. 293/4.
[15] * * * La pile à charbon — recenzie Usine nouvelle Aprilie 1955 pag. 28 — rezumat în BWK Vol. 8 (1956) Nr. 1 pag. 41.
[16] *Kordesch K.* şi *Marko A.*: Osterreichische Chemiker Zeitung 1951 Nr. 7 pag. 125/131.
[17] *Bacon F. T.*: Research into the properties of the hydrogen oxygen fuel-cell, Beama Vol. 61 (1954) pag. 6/12
[18] *Bacon F. T.*: Discution sur la pile à combustible laborator B.E.A. Aprilie 1952.
[19] *Croatto U.* şi *Bruno C.*: Celule galvanice cu electrolit solid Ric. Sci. Roma Vol. 17 (1947) pag. 1998/2005.
[20] *Schmidt*: Les électrodes à difusion de gaz Helvetica chimica Acta 1924 pag. 7.
[21] *Oslwald*: Zeitschrift für Electrochemie 1894 pag. 122,
[22] *Haber* şi *Moser*: „ „ „ 1905 „ 593
[23] *Baur*: „ „ „ 1921 „ 194
[24] *Baur* şi *Tobler*: „ „ „ 1933 „ 169

★

ЭЛЕМЕНТ СЖИГАНИЯ—НЕПОСРЕДСТВЕННЫЙ ПУТЬ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ ТОПЛИВА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Р е з ю м е

С целью информации и документации в статье рассматривается вопрос непосредственного превращения энергий, развиваемой при сжигании топлив в электроэнергию посредством элементов сжигания. Этот весьма мало известный у нас вопрос является объектом серьезных исследований, приводимых специалистами зарубежных стран. Он открывает новые перспективы для теплоэнергетики, учитывая, что к.п.д. непосредственного превращения энергии несравнено больше, чем к.п.д. классических ТЭЦ.

Описывается существующее положение мировой техники по данному вопросу и цитируется литература по специальности.

★

DAS BRENNSTOFFELEMENT, EIN DIREKTES MITTEL ZUR VERWANDLUNG DER BRENNSTOFFENERGIE IN ELEKTRISCHER ENERGIE.

Die Frage der unmittelbaren Verwandlung der Brennstoffenergie in elektrische Energie, mittels Brennstoffelemente ist in unserem Lande ein noch wenig bekanntes Problem. Diese Frage beschäftigt heute viele Faehleute anderer Länder und bietet neue wärmeenergetische Aussichten da der Wirkungsgrad der unmittelbaren Verwandlung der Energie unvergleichlich grösser als der Wirkungsgrad der klassischen Wärmekraftwerke ist.

Der Aufsatz bringt eine Darlegung des gegenwärtigen Stadiums der diesbezüglichen Welttechnik sowie Hinweise auf die Fachliteratur.

Evitarea coroziunilor caustice în cazanele de abur

Ing. L. STANISAVLIEVICI

Alcalinitatea de protecție a apei din cazan poate avea, în anumite condiții efecte dăunătoare asupra materialului, provocînd coroziuni. In articol se indică măsurile preventive, aplicate în funcție de condițiile specifice ale exploatării, pentru prevenirea acestui neajuns.

Alcalinitatea apei din cazan, necesară pentru combaterea neajunsurilor datorite ruginirii, coroziunii de către gaze și depunerilor tari, poate fi însă sursa unor grave neajunsuri și anume a coroziunilor caustice (fragilitatea caustică manifestată prin fisuri intercristaline, micro sau macroscopice).

Asupra aspectului și a consecințelor acestor coroziuni nu se va stărui aici, ele fiind îndeajuns de cunoscute.

Coroziunile caustice apar de regulă acolo unde alcalinitatea apei din cazan nu este supraveghiată metodic și unde concentrația ei depășește valorile impuse. Dar chiar în cazul cînd se respectă aceste valori pot apare coroziuni caustice ; pentru aceasta este nevoie să fie îndeplinite următoarele condiții.

1. Metalul să fie supus local unei solicitări continuie la tracțiune ;

2. Să apară local o concentrație mare în ioni OH^- (mai mare de 15%).

Evitarea solicitării metalului se realizează prin măsuri potrivite la construcția și montajul cazanului.

Concentrații locale mari de soluții caustice pot apare la îmbinările nituite sau sudate, prin neetanșeități în cusăturile respective. Dacă neetanșeitatea este mai mare, nu pot apare asemenea concentrații periculoase, deoarece apa din cazan are, în mod normal, o alcalinitate caustică mică (cel mult 0,2% concentrație în NaOH, pentru cazane industriale cu tub de flacără și mult mai mică la cazane cu țevi de apă, la cele radiante și în general la cazane cu presiuni de regim mari).

La cazane cu presiune mai mare (peste 35 at) pot apare asemenea coroziuni la racordurile armăturilor și a ventilelor de purjare ; apoi,la materialul tamburelor, în zonele udate intermitent de către apa din cazan și în fine, în țevile de circulație în care are loc fenomenul de stratificare. In acest din urmă caz, se pot forma straturi de apă foarte concentrate în alcalii, care atacă pereții țevilor ; dacă există și depuneri aderente, locale, sub acestea se pot forma din cauza acestui fenomen de stratificare, concentrații foarte mari în săruri, care duc la coroziuni caustice, mai puțin periculoase însă ca acelea din tambure.

Combaterea coroziunilor caustice — presupunînd că alcalinitatea apei din cazan corespunde prescripțiilor și este controlată continuu — se poate realiza prin următoarele măsuri :

I. *Menținerea unui raport protector* Na_2SO_4 : Na_2CO_3 *în care sulfatul de sodiu are rol de inhibitor.*

Sulfatul de sodiu este mai puțin solubil decît hidroxidul de sodiu (tabela 1), iar în prezența acestuia din urmă, solubilitatea lui descrește. Sulfatul cristalizează pe suprafața metalului și formează o peliculă protectoare sustrăgînd metalul influenței acțiunii ionilor O^-H. Formarea peliculei protectoare depinde de temperatura mediului și de concentrația leșiei. Cu creșterea presiunii este nevoie, pentru aceiași alcalinitate a apei din cazan, de cantități tot mai mari de sulfat de sodiu pentru raportul protector. Aceasta din cauză că, la presiuni de regim mici, alcalinitatea apei din cazan poate fi realizată prin carbonat de sodiu, care este inofensiv ; cu creșterea presiunii se accentuiază însă hidroliza sodei și iau naștere cantități tot mai mari de NaOH, care este periculos. Relația raportului protector minim de menținut

Tabela 1

Solubilitatea, în funcție de temperatură, pentru NaOH și Na_2SO_4

g/l substanță	Temperatura°																			
	10	20	30	40	50	60	70	80	100	110	120	140	159	160	180	192	200	240	250	300	340
NaOH	945	1070	1150	1260	1450	1780	2900	3137	3410	3580			4290			5200					
Na_2SO_4	91,4	190,8	408,7	481	466	452,8		430,9	432		418,3	420		429	434		446	473	417	262	144,5

în apa cazanului, în funcție de presiunea de regim este :

$Na_2SO_4 : Na_2CO_3 \geqslant 0{,}2 + 0{,}143\ p$

în care p este presiunea cazanului în at.

Fig. 1 dă graficul variației acestui raport în funcție de presiunea de regim a cazanului.

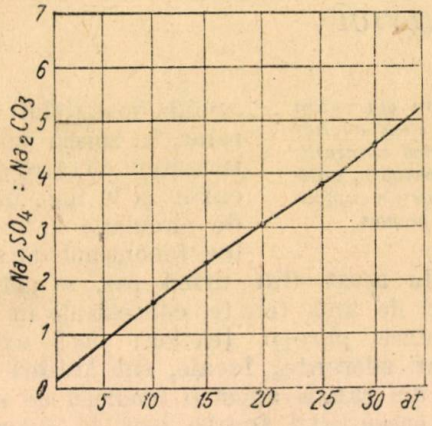


Fig. 1. Valorile raportului protector $Na_2SO_4 : Na_2CO_3$.

Calculul se face astfel: Alcalinitatea m a apei din cazan se exprimă în carbonat de sodiu, deci : $m \cdot 53$ = mg/l Na_2CO_3.

Conținutul de SO_4 și SO_3 se exprimă în sulfat de sodiu, deci : $(SO_4 \cdot 1{,}479) + (SO_3 \cdot 1{,}775)$ = mg/l Na_2SO_4.

Dezavantajul procedeului este îmbogățirea în săruri a apei din cazan, ceea ce *limitează aplicarea lui, principial la cazane cu presiune sub 20 at*, dar și aici în funcție de condițiile de exploatare.

Recomandarea empirică de a menține valoarea acestui raport la 2,5 pentru toate presiunile, are dazavantajul că pentru presiuni sub 16 at, el este prea mare, antrenînd consumuri prea mari de reactiv și mărind inutil concentrația sărurilor în apa cazanului (necesitînd deci purje mai mari); pentru presiuni mai mari de 16 at valoarea raportului ar fi insuficientă.

Trebuie apreciată, de la caz la caz, posibilitatea de a menține acest raport protector în apa cazanului, pentru a nu avea neajunsuri în ce privește concentrația sărurilor. De exemplu pentru un cazan acvatubular de 20 at, alcalinitatea apei din cazan este normată la un indice de alcalinitate $IA < 600$, iar concentrația în săruri $< 0{,}3$°Be.

In acest caz, alcalinitatea m a apei din cazan va avea valoarea de circa 18 mval/l; exprimată în Na_2CO_3, ea este de circa 950 mg/l. Raportul protector are valoarea de 3,06 și deci cantitatea necesară de Na_2SO_4 este de circa 2900 mg/l. Suma acestor săruri întrece cu mult concentrația maximă admisă în apa cazanului; raportul protector sulfat-sodă nu poate fi aplicat în acest caz.

Prezența clorurilor de sodiu și de magneziu din apa cazanului poate avea un efect defavorabil asupra rezistenței peliculei protectoare de sulfat de sodiu care s-a format și pe care o pot distruge. Controlul chimic organizat și examenul minuțios al interiorului cazanului în timpul reviziilor, vor întregi experiența de exploatare, stabilind concentrația maximă a clorurelor care poate fi menținută în apa cazanului. In funcție de caracteristicile apei brute (ape bogate în cloruri), de procedeul de epurare aplicat (chimic prin precipitare sau cu mase cationice) și de proporția de apă de adaos în apa de alimentare, această metodă de protecție poate fi inaplicabilă chiar pentru cazane cu presiune sub 20 at.

II. *Folosirea ortofosfaților alcalini pentru a realiza alcalinitatea necesară a apei din cazan.*

Se poate aplica *numai* în cazul că apa de alimentare are o duritate de max 0,1°*d*. Metoda poartă diferite denumiri ca : metoda causticității nule; metoda alcalinității combinate, sau metoda coordonată fosfat : *p*H, derivate din însăși principiul ei : evitarea prezenței ionilor OH^- în apa cazanului, realizarea alcalinității prin o combinație chimică adecvată, asigurarea în apa din cazan a unei valori *p*H corespunzătoare.

Se folosesc pentru aceasta fosfatul disodic și fosfatul trisodic.

Dacă apa de alimentare are duritate, folosirea *fosfatului disodic* poate da naștere la neajunsuri. In caz că în apă există relația : $2\ d \cdot tp > d \cdot p$ se formează din reacție, bicarbonat de sodiu în cantitate de 20 $(d \cdot tp - 0{,}5\ d \cdot p)$ g/m³, care dă naștere în cazan la o alcalinitate suplimentară constituită și din alcalinitate caustică (din hidroliza sodei*).

Dacă în apă există relația $2 \cdot d \cdot tp < d \cdot p$, iau naștere din reacție acizi minerali în cantitate de : 5,83 $(d \cdot p - 2\ d \cdot tp)$ gH_2SO_4/m³ respectiv 4,35 $(d \cdot p - 2\ d \cdot tp)$ gHCl/m³, ceea ce este cu totul contraindicat pentru exploatarea cazanului.

Folosirea *fosfatului trisodic* este uneori controversată, deoarece el pasivează suprafața metalică și poate deci favoriza coroziunea caustică. S-a constatat fragilitatea caustică în soluții de fosfat trisodic; apoi zona de temperatură și de concentrație în care hidroxidul

*) Simbolurile *d. tp* și *d. p.* reprezintă duritatea temporară respectiv duritatea permanentă în grade de duritate.

de sodiu are acțiune corozivă asupra metalului este mărită în prezența fosfatului trisodic. Nu trebuie însă uitat că aceste fenomene au loc la concentrații, care, în condițiile de exploatare ale cazanelor cu abur, nu sînt atinse niciodată.

In cazul cînd apa de alimentare are duritate, condiția causticității nule *nu poate* fi realizată. Pentru ca fosfatul, care reacționează cu duritatea să dea precipitate care se depun ca nămol și nu sub formă de cruste tari, este nevoie de a menține în apa cazanului o anumită concentrație în ioni OH^- echivalent cu $pH > 10$. In acest caz ia naștere fosfatul bazic de calciu (hidroxid — apatită) $Ca(OH)_2 \cdot 3[Ca_3(PO_4)_2]$ care se depune ca nămol. Reacția care are loc este următoarea ca exemplificare: $10\,CaSO_4 + 6Na_3PO_4 + 2NaOH \rightarrow Ca(OH)_2 \cdot 3[Ca_3(PO_4)_2] + 10\,Na_2SO_4$.

In asemenea cazuri (de pildă la cazanele industriale de presiune mică), se menține în apa cazanului o rezervă (exces) de fosfat de circa 10 mg/l PO_4^{3-}, pentru evitarea depunerilor tari, iar alcalinitatea totală a apei din cazan se micșorează, spre a reduce primejdia coroziunilor.

Dacă apa de alimentare a fost epurată pînă la practic $0°d$ cu mase cationice de sodiu, apa din cazan va avea o alcalinitate caustică, mai pronunțată sau nu, după presiunea de regim a cazanului (care determină gradul de hidroliză a sodei).

In acest caz se aplică, ca măsură preventivă, fie metoda I, fie ca mai sus, menținerea unei rezerve de fosfat trisodic în apa cazanului, sau dacă rezultatul nu este satisfăcător metoda III sau IV după caz.

Pentru cazanele de presiune înaltă și foarte înaltă, alimentate cu consensat, distilat, apă demineralizată, sau un amestec din acestea, procedeul causticității nule este foarte indicat. Pentru a realiza însă valori pH mai mari în apa cazanului, prin adaosuri de fosfat trisodic, sînt necesare cantități mari din această sare (tabela 2), ceea ce ar mări prea mult concentrația de săruri din apa cazanului.

In acest caz se poate aplica metoda III, sau se poate alcaliniza apa cazanului cu un amestec de fosfat trisodic și foarte puțin hidroxid de sodiu. Din tabela 3 rezultă că se pot obține cu cantități mici de hidroxid de sodiu valorile pH prescrise pentru apa din cazan.

III. *Menținerea unui raport protector* $NaNO_3$: NaOH *sau* KNO_3 ; NaOH, *este o metodă foarte întrebuințată.*

Pe suprafața metalică se formează un film protector de nitrat. Alcalinitatea m a apei din cazan se exprimă în mg/l NaOH ; deci : $m \cdot 40$ = mg/l NaOH.

Pentru cazanele staționare se recomandă un raport nitrat : NaOH = 0,3 ; pentru cazanele mobile, raportul are valoarea 0,4.

Obiecțiunea care se aduce acestei metode este că filmul de nitrat format se descompune ; acest lucru este adevărat numai pentru cazanele noi și,numai în primele zile de funcționare.

Raportul protector se poate menține ușor ; el nu mărește concentrația totală în săruri a apei din cazan într-un grad nepermis ; dar dacă cantitatea de nitrat este mare (în raport cu alcalinitatea apei din cazan) ar putea apare primejdia efectului coroziv al nitraților. In acest caz, raportul protector se realizează cu

Tabela 2

Valorile pH, la 23°C, a soluțiilor de $Na_3PO_4 \cdot 10H_2O$

mg/l $Na_3PO_4 10\,H_2O$	1	1,5	2	3	5	10	20	30	40	50	100	200	300	400
pH/23°C	7,00	7,35	7,7	7,75	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,2	9,5	9,7	9

Tabela 3

Valorile pH, la 23°C, a soluțiilor de NaOH

mg/l NaOH	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
pH/23°C	7,5	7,8	8,0	8,1	8,2	8,3	8,35	8,4	8,45	8,5	8,7	8,8	9,0	9,1	9,2	9,3
mg/l NaOH	0,7	0,8	0,9	1,0	2	3	5	10	20	30	40	50	100	200	300	400
pH/23°C	9,35	9,4	9,45	9,5	9,8	10,0	10,3	10,5	10,8	11	11,1	11,2	11,5	11,8	12,0	12,1

un amestec de nitrat alcalin şi fosfat trisodic.

Dezavantajul procedeului este faptul că determinarea cantitativă a nitraţilor necesită timp, ceea ce îngreunează controlul exploatării.

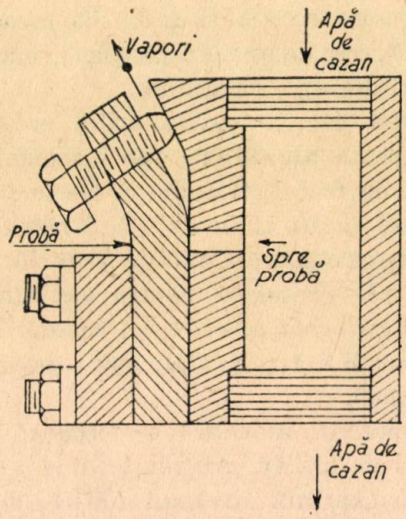


Fig. 2. Indicator de coroziune

IV. *O metodă indicată numai pentru cazane de presiune joasă este menţinerea unui raport protector, tanin* : NaOH.

Alcalinitatea *m* a apei din cazan se exprimă în mg/l NaOH similar celor arătate mai sus. Valoarea raportului, pentru cazane staţionare este de 0,3, iar pentru cazane mobile, de 0,4. Eficacitatea acestei metode este mai mică decît a metodei cu nitrat.

Urmărirea în exploatare a fenomenului coroziunii caustice se poate face practic prin *indicatori de coroziune*. Un asemenea dispozitiv este arătat în fig. 2. După situaţia locală se pot realiza dispozitivele cele mai potrivite scopului urmărit.

Proba de material (identic cu materialul cazanului) este supusă la un efort de tracţiune şi totodată pusă în contact cu apa din cazan, astfel ca să se realizeze concentraţii locale mari de săruri alcaline.

Asemenea încercări pun materialul în condiţii mai severe decît cele din exploatare, dar eroarea este în avantajul scopului urmărit.

Bibliografie

[1] *Drane C. W.* : Probleme de tratarea apei pentru cazane de medie şi înaltă presiune. Journal of the Institute of Füel nr. 27/1954

[2]. *Deev I. T., Morozova K. M.* : Indicatori de coroziune. Electriceskie Stanţii, nr. 2/1955

[3]. *Stanisavlievici L.* : Ortofosfaţii în tratarea apei pentru cazane. Revista Chimie, nr. 4/1951.

[4] * * * Manualul inginerului chimist.

★

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ КАУСТИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ В ПАРОВЫХ КОТЛАХ

Р е з ю м е

В определенных условиях защитная щелочность воды в котлах может оказывать вредное действие на материал, вызывая коррозию.

В статье указываются профилактические мероприятия, применяемые в зависимости от условий эксплуатации, с целью предупреждения коррозии.

★

VERMEIDUNG ÄTZENDER KORROSIONEN IN DEN DAMPFKESSELN

Die alkalische Beschaffenheit des Kesselwassers kann unter Umständen schädliche Einflüsse auf das Materal ausüben und Korrosion verursachen.

Der Aufsatz bringt eine Reihe von den spezifischen Bedingungen des Betriebes abhangenden Verhütungsmassregeln zur Vorbeugung dieses Übels.

Punerea în paralel a generatoarelor şi compensatoarelor sincrone prin autosincronizare

Ing. L. VAISMAN

In articol se analizează esenţa fizică a metodei de punere în paralel a generatoarelor şi compensatoarelor sincrone prin autosincronizare. Se arată procesele care au loc în maşină, influenţa lor asupra generatorului şi sistemului energetic şi se expun experienţele de autosincronizare executate de autor.

Neajunsurile sincronizării precise

Pînă recent conectarea în paralel a generatoarelor se executa exclusiv prin metoda sincronizării precise, la care după cum se ştie, întreruptorul se anclanşează dacă forţa electromotrice şi frecvenţa generatorului sînt egale cu tensiunea şi frecvenţa sistemului, în momentul în care nu există decalaj între ele.

Această operaţie fiind de mare răspundere, se execută de obicei numai de personalul de exploatare cu o bună calificare. Ea durează destul de mult şi este şi mai dificilă în situaţii de avarii în sistem, în care frecvenţa şi tensiunea suferă continue variaţii iar personalul este mai nervos decît de obiceiu. Sincronizarea greşită a unui generator cu un sistem puternic este însoţită în cazul cel mai defavorabil de un curent de şoc cu o valoare dublă faţă de curentul de scurtcircuit trifazic, care deteriorează maşina.

Intr-un sistem energetic de la noi în urma sincronizării greşite a unui turbogenerator de 20 000 kVA s-au îndoit bobinajele statorice, fiind necesare reparaţii complicate şi de durată.

Pentru a evita aceste neajunsuri s-au elaborat diferite dispozitive automate de sincronizare precisă sau blocaje împotriva anclanşărilor greşite. Ele îşi ating scopul în condiţii normale, dacă sînt executate corect şi controlate periodic. Chiar şi cu aceste dispozitive, durata punerii în paralel continuă să fie apreciabilă. In condiţii de avarii în sistem cel mai adesea ele însă nu reuşesc să execute punerea în paralel, iar defectarea lor sau a întreruptorului poate conduce deasemenea la deteriorarea generatorului. Putem cita ca exemplu un caz întîlnit de noi cu ocazia introducerii autosincronizării la o centrală în care la repunerea în paralel cu sistemul a unui grup, întreruptorul a anclanşat şi declanşat de 3 ori în şir în urma unei defecţiuni a dispozitivului de acţionare. Dacă punerea în paralel s-ar fi executat prin sincronizare precisă, deteriorarea generatorului ar fi fost inevitabilă.

Punerea în paralel prin autosincronizare

Toate neajunsurile arătate mai sus pot fi evitate prin folosirea autosincronizării. *) Ea se execută în modul următor :

1. Generatorul desexcitat se roteşte pînă la o viteză apropiată de cea sincronă. Infăşurarea rotorică trebuie să fie închisă prin rezistenţa de desexcitare (stingere a cîmpului) sau prin inductoarea excitatricei pentru a evita supratensionarea ei.

2. Reostatele manuale ale excitatricei şi excitatricei pilot trebuie să se găsească în poziţia de lucru, iar cel al regulatorului automat de tensiune — într-o poziţie care corespunde la 20—40% din sarcina nominală.

3. Cînd viteza generatorului se apropie de cea sincronă cu $\pm$ 2 — 3%, se închide întreruptorul (manual sau de către un dispozitiv automat).

4. Imediat după anclanşarea intreruptorului trebuie să se conecteze automatul de desexcitare rapidă (stingere a cîmpului), regulatorul automat de tensiune şi dispozitivul de forţare a excitaţiei (dacă acestea au fost deconectate), pentru excitarea maşinii.

5. In cîteva secunde generatorul este atras în sincronism şi poate prelua sarcină activă şi reactivă.

Evident această metodă de punere în paralel este mult mai simplă decît sincronizarea precisă şi de aceea poate fi uşor automatizată. Ea este foarte rapidă şi exclude practic pericolele sincronizării greşite.

Autosincronizarea permite punerea în paralel a generatoarelor chiar la tensiuni şi frecvenţe foarte scăzute. In U.R.S.S. s-a automatizat de exemplu un generator de 50 000 kW cu un altul de putere egală la o tensiune de 50—60 kV pe partea de 110 kV şi o frecvenţă de cca 35 Hz.

Aplicarea ei a făcut posibilă funcţionarea în paralel a grupurilor fără regulator de viteză sau cu întreruptor fără acţionare la distanţă, care pînă atunci erau forţate să funcţioneze izolat.

In urma introducerii acestei metode au devenit posibile o serie de automatizări preţioase pentru sistemele energetice cum ar fi reanclanşarea automată rapidă cu autosincronizare, la centralele interconectate printr-o singură linie sau pornirea rapidă asincronă a hidrogeneratoarelor de rezervă.

Acest procedeu de punere în paralel are însă ca neajunsuri specifice şocul inevitabil de curent care are loc în momentul conectării şi căderea de tensiune în reţea care-l însoţeşte.

*) Uneori în loc de autosincronizare se foloseşte şi termenul de sincronizare grosieră sau neprecisă. Deoarece el nu explică cu nimic esenţa fizică a procesului şi conţine o oarecare nuanţă pejorativă, considerăm inoportună utilizarea lui.

Deşi autosincronizarea s-a propus de mult, temerile de aceste urmări au frînat folosirea ei. Deabia în ultimii ani, în urma laborioaselor cercetări întreprinse în Uniunea Sovietică, aceste temeri au fost risipite şi metoda a început să fie larg folosită.

Pentru o mai bună înţelegere a ei vom analiza în cele de mai jos fenomenele care au loc în generator la autosincronizare şi efectele ei asupra generatorului şi asupra sistemului energetic.

Curenţii în generator la autosincronizare

Pentru simplificare vom considera conectarea prin autosincronizare a unui generator cu poli aparenţi, fără bobinaje de amortizare, care se roteşte cu o alunecare $s = \frac{f_{sist} - f_{gen}}{f_{sist}}$ faţă de viteza sincronă, determinată de frecvenţa sistemului.

După cum s-a arătat, pentru a evita supratensionări, înfăşurarea lui rotorică este închisă prin rezistenţa de desexcitare. Fenomenul tranzitoriu care apare la conectarea generatorului se va analiza în modul uzual, considerîndu-l ca suprapunerea unui regim liber peste unul forţat. Practic punerea sub tensiune a unui generator desexcitat, care se roteşte cu o anumită alunecare faţă de cîmpul statoric, este analoagă cu pornirea unui motor asincron.

Componenta forţată a curentului care apare în acest caz în rotor, este periodică, cu o frecvenţă $f = sf_{sist}$ şi de o mărime determinată de alunecare şi parametrii maşinii. Pe măsură ce generatorul este atras în sincronism, alunecarea scade şi curentul rotoric tinde către zero.

Componenta forţată a curentului din stator depinde de asemenea ca mărime de alunecare şi tinde către valoarea de mers în gol, determinată de reactanţa sincronă x_d. Ea are frecvenţa sistemului, însă din cauza nesimetriei electrice şi magnetice a rotorului, amplitudinea ei pulsează cu dublul frecvenţei de alunecare $2\,sf_{sist}$.

Să presupunem că generatorul se conectează la reţea într-un moment în care în regim permanent fluxul magnetic al maşinii ar trebui să aibe valoarea maximă. Cum în generator acest flux nu se poate stabili instantaneu, în stator apare un curent liber aperiodic, care creiază un flux egal ca mărime cu cel determinat de sistem, însă de sens contrar. Pe măsură ce acest curent se amortizează, fluxul magnetic rezultant din generator creşte pînă la valoarea de regim. El nu se deosebeşte cu nimic de curentul aperiodic analog care apare la scurtcircuite trifazice şi se amortizează cu aceeaşi constantă de timp T_a.

Suprapunîndu-se peste componenta forţată, componenta aperiodică provoacă deplasarea curentului rezultant statoric, faţă de axa absciselor (vezi fig. 1).

Dacă în momentul conectării axa longitudinală a rotorului coincide cu direcţia fluxului, în circuitul de excitaţie apare de asemenea un curent liber aperiodic, care obligă fluxul statoric să se închidă prin aer de-a lungul cîmpului de scăpări a circuitului rotoric.

De aceea în acest caz componenta periodică iniţială a curentului statoric atinge valoarea sa maximă, determinată de reactanţa tranzitorie longitudinală

$$I_1' = \frac{U}{x_s + x_d'} \qquad (1)$$

unde:

U este tensiunea la bornele generatorului;

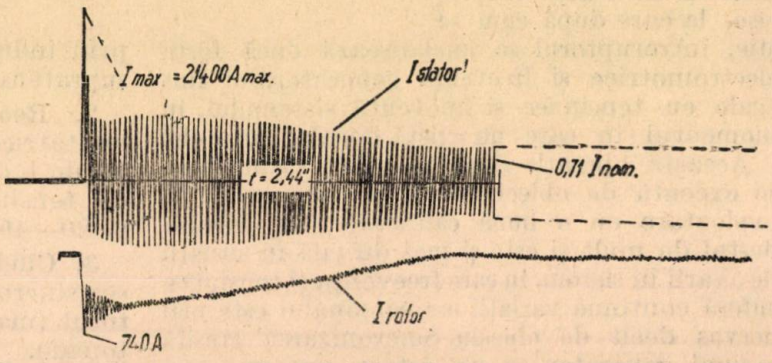


Fig. 1. Oscilograma autosincronizării unui turbogenerator „Electrosila" tip T 4376/142 de 55000 kVA, la alunecare $s = 0$.

x_d' — reactanţa tranzitorie longitudinală;

x_s — reactanţa sistemului pînă la bornele generatorului.

Dacă în momentul conectării rotorul este decalat cu 90° faţă de cîmpul statoric, în circuitul de excitaţie nu se induce componenta aperiodică iar curentul statoric este mai mic, fiind determinat de reactanţa tranzitorie transversală x_q'.

In cazurile în care conectarea generatorului se efectuiază într-un moment corespunzător valorii zero a fluxului, în stator nu se induce componenta aperiodică şi curba curentului statoric rezultant este simetrică faţă de axa absciselor.

Componenta aperiodică din stator creează un flux nemişcat în spaţiu care intersectează înfăşurarea închisă rotorică şi induce în ea un curent alternativ de frecvenţă f_{sist} $(1—s)$.

Componenta aperiodică din rotor se amortizează cu o constantă de timp T_d' dacă înfăşurarea rotorică este scurtcircuitată şi mult mai repede dacă în circuit este introdusă rezistenţa de desexcitare. Fluxul creiat de acest curent se roteşte împreună cu rotorul şi induce în stator un curent periodic amortizat, de frecvenţă f_{sist} $(1—s)$, denumit în mod convenţional curent transitoriu.

Prin suprapunerea componentei tranzitorii şi a celei forţate, în stator rezultă un curent periodic amortizat, care din cauza frecvenţelor diferite ale componentelor sale prezintă fenomene de bătăi (modulaţii).

La generatorii care posedă în rotor circuite de amortizare (toți turbogeneratorii cu rotor cilindric și generatorii cu poli aparenți, prevăzuți cu bobinaje speciale de amortizare) în cazul cel mai defavorabil studiat mai sus apar curenți aperiodici și în circuitele de amortizare. Ei obligă fluxul statoric să se închidă prin aer pe un drum și mai lung, care coincide cu cîmpurile lor de scăpări. In acest caz în stator apare și o componentă subtransitorie a curentului care se amortizează rapid cu o constantă de timp T_d'' (curenții liberi din circuitele de amorizare se amortizează mult mai rapid decît cel din circuitul rotoric).

Valoarea inițială a componentei periodice a curentului din stator este mai mare decît în cazul studiat anterior, fiind determinată de reactanța subtranzitorie longitudinală x_d''

$$I_1'' = \frac{U}{x_s + x_d''} \qquad (2)$$

Prezența circuitelor de amortizare de-a lungul ambelor axe ale rotorului are drept urmare apariția curentului liber aperiodic în ele indiferent de poziția relativă a rotorului față de cîmpul statoric. De aceea la acest tip de generatori, șocul inițial de curent depinde mai puțin de poziția relativă a rotorului decît la mașinile fără bobinaje de amortizare pe ambele axe.

Infășurările de amortizare reduc de asemenea pulsația curentului forțat.

Deși după cum se vede din formulele (1) și (2), valoarea inițială a componentei periodice a curentului statoric este egală în cazul cel mai defavorabil cu cea de scurtcircuit trifazic, curentul de șoc care solicită efectiv generatorul este mai mic decît la scurtcircuite, deoarece :

a) Tensiunea rețelei la care se conectează generatorul este mai mică decît forța lui electromotrică, dincolo de reactanța tranzitorie sau subtranzitorie, la sarcină normală.

b) Amortizarea curentului statoric este mai rapidă, datorită rezistenței conectate în circuitul rotoric.

Curentul de șoc înregistrat de pildă la autosincronizarea turbogeneratorului de 50000 kW tip T — 4376/142, la alunecarea $s = 0$, reprezentat în fig. 1 este de 21 400 A_{max}.

La reactanța subtranzitorie a generatorului $x_d'' = 0{,}134$, conectat în bloc cu transformatorul ridicător 10/110 kV cu tensiunea de scurtcircuit $U_k = 10{,}5\%$ curentul de șoc care apare la un scurtcircuit pe barele de 110 kV este de

$$i_{soc} = 1{,}8 \cdot \sqrt{2}\, \frac{I_{nom}}{x_d'' \frac{U_k}{100}} = 32\,000\ A_{max}$$ pentru un factor de șoc uzual, egal cu 1,8.

Curentul înregistrat reprezintă 67% din această valoare.

Trebuie însă să se țină seama că autosincronizarea, mai ales la generatorii cu poli aparenți se face de multe ori în situații deosebite de cea mai defavorabilă.

In fig. 2 s-au reprezentat șocurile maxime de curent oscilografiate*) la un număr de 16 autosincronizări ale unui hidrogenerator de 9,6 MVA, conectat în bloc cu transformatorul ridicător.

Valoarea maximă din diagramă este calculată pentru scurtcircuitul trifazic la barele de 110 kV, cea minimă corespunde curentului nominal al generatorului.

Cîteva din valorile reduse indicate în dreapta diagramei au fost înregistrate la autosincronizarea grupului cu unități de putere egală sau apropiată. După cum se vede, frecvența cea mai mare o au curenții de 60—80% din cel de scurtcircuit.

Calculul analitic al curenților de autosincronizare este deosebit de complicat. O analiză mai simplificată, care neglijează componentele subtranzitorii ale curentului și presupune alunecare constantă, a fost efectuată de A. G. Krit [1].

Cuplurile electromagnetice și atragerea în sincronism

La conectarea generatorului prin metoda autosincronizării, datorită curenților arătați mai sus și a cîmpurilor magnetice provocate de ei apar cupluri electromagnetice. Expresia lor analitică și valorile lor maxime au fost studiate detaliat de L. G. Mamiconeanț [5].

Deoarece componentele tranzitorii se amortizează relativ repede, în cele de mai jos ne vom ocupa în special de cuplurile care acționează asupra rotorului generatorului cu poli aparenți, fără bobinaj de amortizare, după dispariția curenților liberi din rotor și stator, neglijînd rezistența circuitului statoric. Cuplul electromagnetic, care acționează în acest caz are expresia :

$$M_{e.m} = U^2 \frac{x_d - x_q}{2 x_d x_q} \sin 2\delta - U^2 \frac{x_d - x_d'}{2 x_d x_d'} \cdot \frac{s T_d'}{1 + (s T_d')^2}$$

$$\left\{1 + \sqrt{1 + (s T_d')^2} \sin\left((2\delta - \operatorname{arc\,tg} \frac{1}{s T_d'}\right)\right\} -$$

$$- U^2 \frac{x_q - x_q'}{2 x_q \cdot x_q'} \cdot \frac{s T_q'}{1 + (s T_q')^2} \left\{1 -\right.$$

$$\left. - \sqrt{1 + (s T_q')^2} \sin\left(2\delta - \operatorname{arc\,tg} \frac{1}{s T_q'}\right)\right\} \qquad (3)$$

unde :

$M_{e.m}$ este cuplul electromagnetic al generatorului ;

U — tensiunea la bornele mașinii ;

s — alunecarea ;

x_d — reactanța sincronă longitudinală a generatorului ;

*) Toate experiențele citate în articol, dacă nu sînt specificate în mod special, s-au executat la hidrocentralele dintr-un sistem energetic de autor împreună cu Tov. Ing. *Badea Ionel.*

x_q — reactanța sincronă transversală a generatorului;

x'_d — reactanța tranzitorie longitudinală a generatorului;

x'_q — reactanța tranzitorie transversală a generatorului;

T'_d — constanta de timp a procesului tranzitoriu în lungul axei longitudinale, cînd circuitul statoric este închis;

T'_q — constanta de timp a procesului tranzitoriu în lungul axei transversale, cînd circuitul statoric este închis;

δ — unghiul între forța electromotoare a generatorului după axa longitudinală a mașinii și tensiunea rețelei, considerat pozitiv cînd forța electromotoare devansează tensiunea.

Primul membru al acestei expresii este cuplul reactiv provocat de nesimetria magnetică și

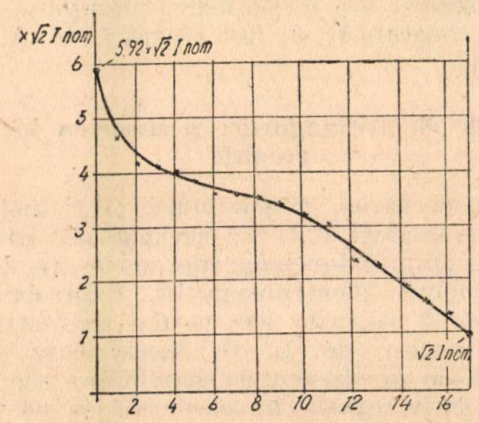


Fig. 2. Curenții maximi de șoc înregistrați la 16 autosincronizări ale unui generator de 9,6 MVA, conectat în bloc cu transformatorul ridicător.

electrică a rotorului, al doilea și al treilea cuplul asincron, care nu se deosebește cu nimic de cuplul analog de la mașinile asincrone.

Fiecare din expresiile cuplului asincron conține cîte o parte constantă și una variabilă (determinate de nesimetria de-a lungul axelor mașinii); membrii constanți definesc valoarea medie a cuplului asincron, iar cei variabili componenta lui variabilă, (periodică) care are o frecvență egală cu 2 s.

Rolul cel mai important în aducerea generatorului pînă la viteza sincronă îl are componenta constantă a cuplului asincron, deoarece lucrul mecanic al componentei periodice și al cuplului reactiv în intervalul unei semiperioade de alunecare se anulează.

Valoarea medie a cuplului asincron în cazul în care generatorul se conectează la un sistem cu reactanță interioară x_s, este :

$$M_{as.mediu} = \frac{U^2}{2} \frac{x_d - x'_d}{(x_d + x_s)(x'_d + x_s)}. \qquad (4)$$

Dacă generatorul nu este excitat, atragerea propriu-zisă în sincronism se efectuează numai sub acțiunea cuplului reactiv.

In anumite situații cuplul reactiv poate contribui în prima perioadă după conectarea generatorului și la aducerea rotorului la viteza sincronă [6].

După aplicarea excitației la generator apare și atinge valoarea de regim, cuplul sincron (cuplul propriu-zis de sarcină) cu expresia cunoscută :

$$M_{sincron} = \frac{UE_d}{X_d} \sin \delta \qquad (5)$$

unde E_d este forța electromotoare a generatorului datorită excitației.

Separat de aceasta la axul generatorului acționează cuplul activ mecanic, creiat de motorul primar și cuplul mecanic de pierderi, provocat de frecări, ventilație etc.

Vom analiza mai pe larg cum se efectuează atragerea în sincronism sub acțiunea acestor cupluri.

Să presupunem pentru început, că cuplul activ dezvoltat de motorul primar este egal cu cuplul de pierderi al agregatului. In acest caz procesul de atragere în sincronism se efectuează numai sub acțiunea cuplurilor electromagnetice. La alunecări mici, atragerea în sincronism poate avea loc sub acțiunea cuplului reactiv, fără ca măcar rotorul să execute o rotație completă față de cîmpul statoric. La alunecări mai mari, sub acțiunea cuplului asincron, rotorul se apropie de viteza sincronă și apoi este atras în sincronism.

Acest proces este asigurat la orice alunecare care se poate întîlni în practică, deoarece în lipsa unui cuplu mecanic rezultant la arborele agregatului, singurul cuplu care acționează univoc asupra rotorului este cel mediu asincron. De aceea ori cît de mic ar fi el ca mărime, el provoacă micșorarea alunecării iar sub acțiunea cuplului reactiv are loc atragerea în sincronism. După cum se știe cuplul asincron dezvoltat de generatorii cu rotorul masiv și de cei cu poli aparenți prevăzuți cu bobinaje de amortizare este destul de important.

Sub acțiunea cuplului reactiv (care se face simțit chiar și la rotorii cilindrici) generatorul poate fi atras în sincronism însă cu un decalaj de 180 grade electrice. Cînd se aplică excitația, începe să crească cuplul sincron al mașinii după o lege exponențială :

$$M_{sincron} = (1 - e^{\frac{-t}{T'_d}}) \frac{E_d U}{X_d} \sin \delta \qquad (6)$$

care aduce fără șocuri rotorul în poziția corectă. De aceea este de dorit ca aplicarea excitației să se execute imediat după conectarea la rețea. După cum se vede în lipsa unui cuplu mecanic rezultant autosincronizarea reușește practic la orice alunecare și de aceea nu are sens să se stabilească așa zise „alunecări limită" peste care mașina nu s-ar atrage în sincronism.

Dacă în momentul conectării la rețea la axul agregatului există un cuplu mecanic

rezultant (diferența între cuplul motorului primar și cel de pierderi), adică rotorul are o anumită accelerare, procesul se complică.

Să presupunem că viteza rotorului este mai mică decît cea sincronă. La început cuplul asincron și cel mecanic rezultant acționează în

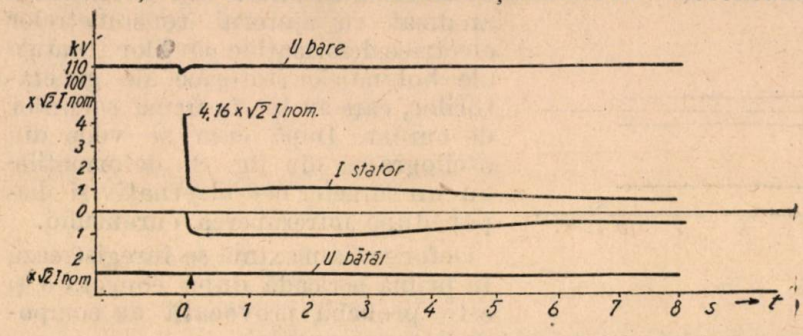


Fig. 3. Autosincronizarea unui generator cu un sistem puternic la alunecare $s = 0\%$. Săgeata indică momentul intrării în sincronism.

același sens și micșorează alunecarea. Dacă acum se începe excitarea mașinii sau dacă cuplul mecanic rezultant este mai mic decît cel reactiv, generatorul este atras în sincronism. Dacă niciuna din aceste condiții nu este îndeplinită, viteza generatorului crește peste cea sincronă, cuplul asincron schimbîndu-și semnul. In cazul cel mai defavorabil, în care el este mai mic decît cel activ rezultant, viteza crește pînă

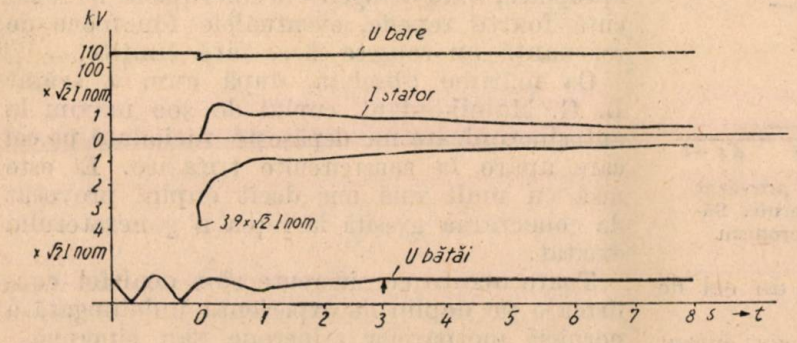


Fig. $s = 2\%$

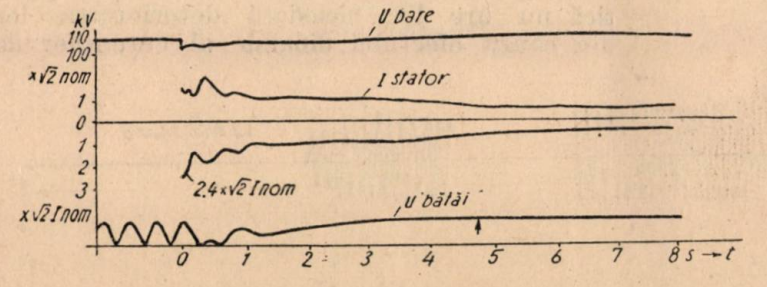


Fig. 5. $s = 5\%$

la intervenția regulatorului de viteză al motorului primar. Aceasta lungește procesul de autosincronizare, ceea ce nu este de dorit. In cazurile în care cuplul asincron este mai mare decît cel activ se ajunge la echilibru la o viteză cu puțin mai mare decît cea sincronă și de regulă atragerea în sincronism se efectuează ușor după apariția excitației.

Condiții mai defavorabile sînt atunci, cînd la conectare generatorul are o viteză mai mare decît cea sincronă. La fel ca mai sus, dacă cuplul mecanic rezultant este mai mare decît cel de frînare asincron, întrarea în sincronism se efectuează după intervenția regulatorului de viteză al motorului primar.

Toate aceste observații sînt însă importante numai pentru generatorii cu poli aparenți, fără bobinaje de amortizare. Pentru sigura atragere în sincronism a acestora este de dorit ca cuplul activ al turbinei să nu depășească 80% din valoarea cuplului mediu asincron, ceea ce conduce la accelerarea maximă admisibilă a:

$$a = \frac{M_{turb}\, f_{nom}}{T} = \frac{0{,}8 M_{med\,as}}{T} f_{nom} \text{ Hz/s} \quad (7)$$

unde:

M_{turb} este cuplul turbinei, raportat la puterea generatorului exprimată în KVA;

T — constanta de timp mecanică a agregatului, în secunde;

f_{nom} — frecvența nominală.

Calculul efectuat după această formulă pentru tipurile curente de generatori [7] arată că accelerarea maximă admisibilă nu trebuie să depășească 0,5÷1 Hz/s. De asemenea este de dorit ca închiderea întreruptorului să se efectueze la viteze mai mici decît cea sincronă.

Turbogeneratorii și generatorii cu poli aparenți prevăzuți cu bobinaje de amortizare dezvoltă un cuplu asincron suficient de mare care asigură intrarea în sincronism în toate condițiile întîlnite practic.

Pentru verificarea practică a justeții acestor considerente s-au executat experiențe de autosincronizare la diferite alunecări, între un hidrogenerator de 9,6 MVA, conectat în bloc cu transformatorii ridicători 10 MVA 6/110 kV și sistemul energetic.

In fig. 3—6 sînt reprezentate rezultatele prelucrării oscilogramelor la alunecări egale cu 0%, 2%, 5% și —2%. In cadrul experiențelor s-au oscilografiat tensiunea la barele de 110 kV, curentul statoric și o tensiune de bătăi creată intenționat prin suprapunerea tensiunii de la bare și a celei date de un tahogenerator cu magneți permanenți, cuplat la axul agregatului. Pulsația amplitudinii acestei tensiuni încetează evident odată cu intrarea în sincronism a generatorului.

Experiențele s-au efectuat cu regulatorul automat de tensiune și dispozitivul de forțarea excitației deconectate.

In diagramă s-au trasat ambele anvelopante pentru curent și numai cîte una pentru tensiunea barelor și cea de bătăi, ele fiind simetrice.

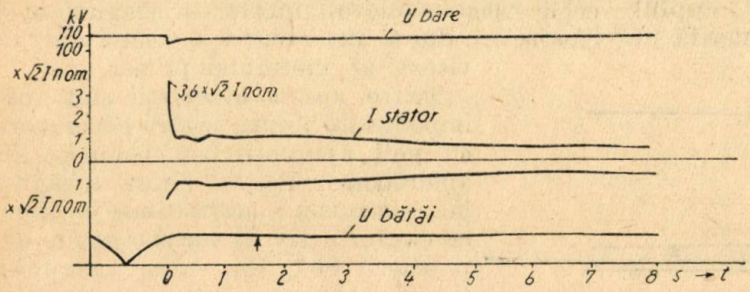


Fig. 6. $s = -2\%$

Influența autosincronizării asupra generatorului

După cum s-a arătat mai sus, la autosincronizare, în cazul cel mai defavorabil, apare un

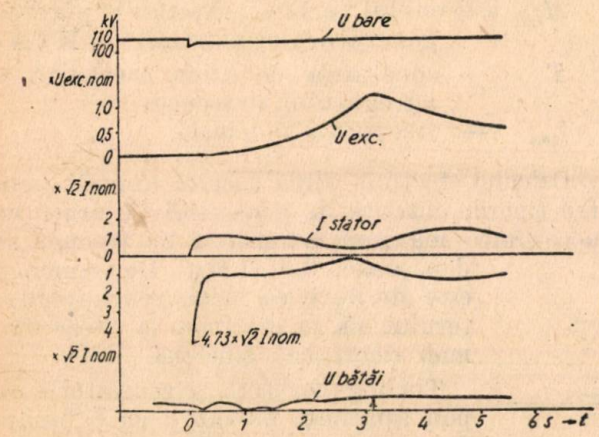


Fig. 7. Autosincronizarea unui generator prevăzut cu forțarea excitației, cu un sistem puternic. Săgeata indică momentul intrării în sincronism.

curent de șoc apropiat ca valoare de cel de scurtcircuit trifazic.

Se poate pune întrebarea dacă acest curent precum și cuplurile de șoc care îl însoțesc nu prezintă pericol pentru generator.

In vedere a elucidării problemei, în U.R.S.S. s-au executat numeroase experiențe asupra comportării mașinilor sincrone la curenții de șoc. De pildă, la un generator de 22 000 kVA, după o exploatare de 15 ani s-au creiat cîteva sute de scurtcircuite la borne și cîteva mii de scurtcircuite mai ușoare. El le-a suportat fără nici-o deterioare. Dealtfel aceasta nu este de mirare dacă se ține seama că generatorii se dimensionează să reziste la scurtcircuit la borne. După GOST 183—41, la generatorii mai mari de 2000 kVA, curentul de șoc admisibil din punct de vedere al stabilității dinamice este de $15 \cdot \sqrt{2}\, I_{nom}$.

In 1948, Laboratorul de cercetări științifice electrice al Ministerului Centralelor Electrice din U.R.S.S. a analizat cu ajutorul tensometrelor electrice deformațiile părților frontale ale bobinajelor statorice ale generatorilor, care au loc în urma șocurilor de curent. După cum se vede din oscilograma din fig. 8, deformațiile au un caracter net alternativ și dispar după întreruperea curentului.

Deformația maximă se înregistrează în prima perioadă după conectare și este probabil provocată de componenta aperiodică a curentului.

După afirmațiile lui I. A. Sîromiatnicov [3] în cazul autosincronizării, bobinajul statoric nu reacționează la primul șoc de curent și deformația maximă este atinsă deabia la cîteva perioade după conectare.

Autosincronizarea nu este de temut nici din punct de vedere al cuplurilor de șoc care apar în momentul conectării.

Ca frecvență, cuplurile care apar la autosincronizare sînt deobicei diferite de frecvența proprie a sistemului rotorul generatorului — rotorul turbinei. De altfel, chiar și dacă ar fi apropiate, cum atragerea în sincronism se execută foarte repede, eventualele fenomene de rezonanță nu reușesc să se facă simțite.

Ca mărime absolută, după cum a arătat L. G. Mamikonianț, cuplul de șoc maxim la autosincronizare nu depășește niciodată pe cel care apare la scurtcircuite trifazice. El este însă cu mult mai mic decît cuplul provocat de conectarea greșită la rețea a generatorului excitat.

Toate aceste considerente sînt dealtfel confirmate pe deplin de experiența îndelungată a pornirii motoarelor asincrone sau sincrone. Deși fenomenele fizice din aceste cazuri sînt analoage cu cele de autosincronizare, în practică nu are loc niciodată deteriorarea lor din cauza efectului dinamic al curenților de

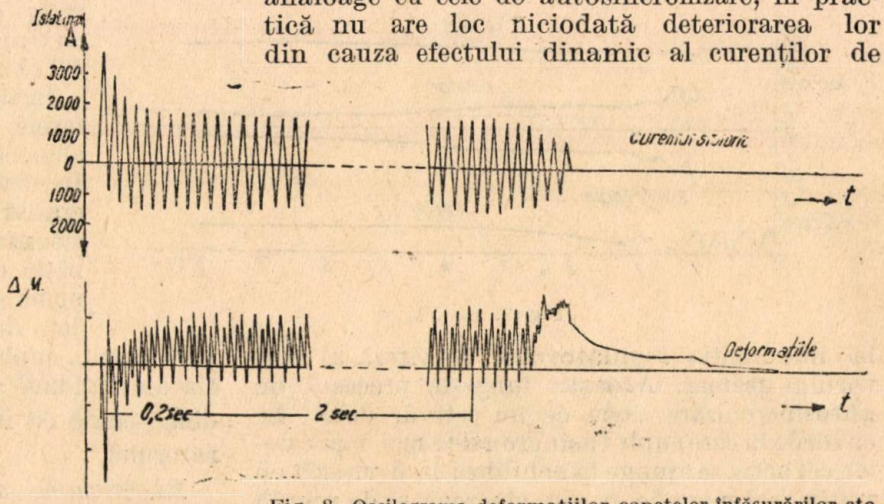


Fig. 8. Oscilograma deformațiilor capetelor înfășurărilor statorice la conectarea motorului sincron SM — 6000 — 2, 4500 KVA, 10,5kV

şoc, ci numai din cauza efectelor termice. Acestea nu pot însă în niciun caz avea loc la autosincronizare, care durează cîteva secunde.

In urma răspîndirii pe scară largă a autosincronizării, în U.R.S.S. s-au efectuat pînă în prezent mii de puneri în paralel prin această metodă, fără a se constata vre-o cît de mică urmare defavorabilă asupra utilajului.

Influenţa autosincronizării asupra sistemului energetic.

In momentul autosincronizării din cauza curenţilor mari au loc căderi de tensiune.

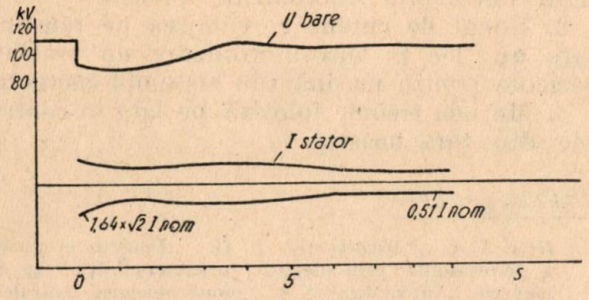


Fig. 9. Autosincronizarea unui generator cu o centrală de putere dublă, la $s = 0\%$.

Practic, conectarea generatorului poate fi considerată ca un scurtcircuit în punctul respectiv al sistemului, după o reactanţă iniţială x_d' sau x_d'' şi care într-un intreval de 1—2 secunde creşte pînă la valoarea x_d.

Este greu de indicat un criteriu pentru aprecierea căderilor de tensiune maxime admisibile în cazul autosincronizării. Ele depind de configuraţia şi puterea sistemului, de particularităţile consumatorilor şi de aceea trebuie stabilite de la caz la caz.

In oscilogramele din fig. 3—6 de exemplu, căderea de tensiune în momentul autosincronizării nu a depăşit 2,5%, ceea ce este pe deplin acceptabil.

Mai interesantă este problema raportului limită dintre puterea generatorului şi cea a sistemului, la care mai este asigurată reuşita autosincronizării. Mai sus s-a arătat un exemplu din practica sovietică de punere în paralel prin această metodă a două grupuri de putere egală.

In scopul clarificării acestei chestiuni s-au efectuat de noi o serie de experienţe.

O primă experienţă a constat din autosincronizarea cu alunecare $s = 0$ a unui generator cu o centrală de putere dublă, mergînd în gol. Oscilografierea procesului a arătat (fig. 9) o cădere de tensiune de 16%, care s-a restabilit după 4 s.

Menţionăm că la generatorul pus în paralel prin autosincronizare regulatorul automat de tensiune şi dispozitivul de forţare a excitaţiei au fost scoase din funcţiune.

In aceleaşi condiţii el s-a autosincronizat apoi cu un grup de putere egală (fig. 10).

Căderea de tensiune la conectare a fost de 45% şi s-a lichidat complet după 21 s. Practic

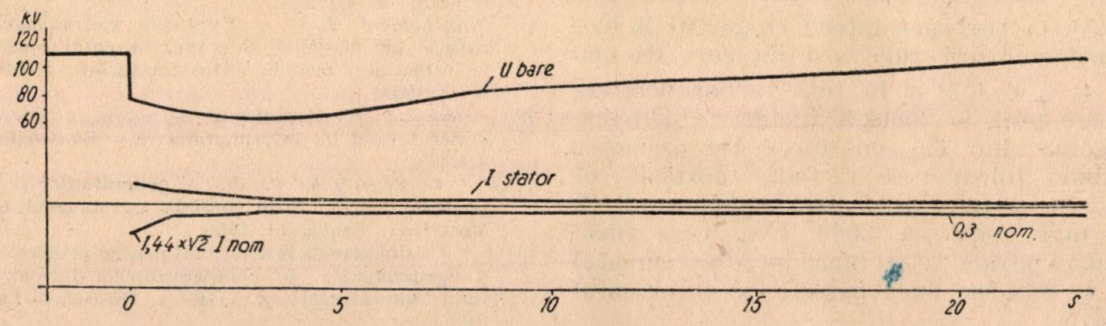


Fig. 10. Autosincronizarea unui generator cu altul de putere egală la $s = 0\%$.

însă tensiunea la bare s-a stabilit pînă la o valoare acceptabilă chiar mai devreme.

In fig. 11 este reprezentată aceeaşi experienţă însă cu dispozitivul de forţare a excitaţiei co-

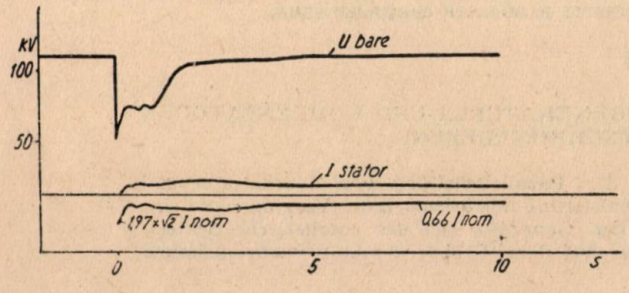


Fig. 11. Autosincronizarea unui generator, prevăzut cu dispozitiv de forţare a excitaţiei, cu altul de putere egală la $s = 0\%$.

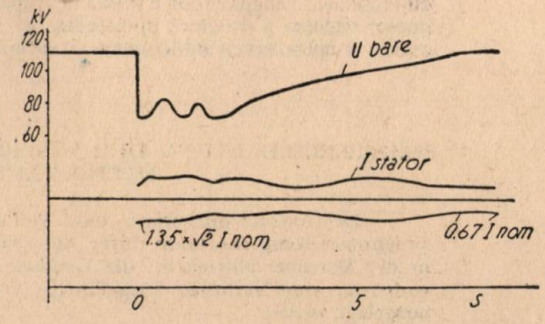


Fig. 12. Autosincronizarea unui generator prevăzut cu regulator automat de tensiune cu altul de putere egală, la $s = 2\%$.

nectat. Timpul de restabilire a tensiunii scade considerabil în acest caz (cca 2 s.).

La o altă centrală (fig 12.) s-a experimentat autosincronizarea unui grup cu regulatorul de tensiune conectat cu un altul de putere egală la alunecare $s = 2\%$. Şi în acest caz tensiunea iniţială de 60% se restabileşte rapid, după 7 s.

In U.R.S.S. s-a reuşit autosincronizarea unui turbogenerator de 8 MVA cu altul de 1,5 MVA [4]. Tensiunea iniţială de 31% din cea nominală s-a restabilit pînă la 95% după 3,8 s.

Se poate spune de aceea că atragerea în sincronism este practic întotdeauna asigurată, indiferent de raportul între puterea generatorului şi cea a sistemului la care el se autosincronizează.

Domeniul de aplicare

Faţă de toate cele arătate, singurul factor pe baza căruia se poate stabili în ce condiţii trebuie admisă autosincronizarea este şocul de curent şi efectul lui asupra maşinii.

In U.R.S.S. se consideră actualmente că dacă componenta periodică iniţială a curentului de autosincronizare, calculată cu reactanţa tranzitorie (formula 1), nu depăşeşte de 3,5 ori curentul nominal, nu au loc urmări defavorabile şi această metodă poate fi folosită pentru punerea în paralel normală a generatorului.

De aceea se recomandă [8] folosirea autosincronizării la toţi compensatorii cu motor de lansare şi hidrogeneratorii (care au deobiceiu $x'_d = 0{,}3$), la turbogeneratorii conectaţi în bloc cu transformatorii ridicători (la care de obicei $x'_d + x_{tr} = 0{,}3$) şi la toţi turbogeneratorii cu putere pînă la 3000kW inclusiv, indiferent de schema lor de conectare. De asemenea ea trebuie folosită ca metodă normală de punere în paralel şi la turbogeneratorii cu puteri mai mari ca 3000 kW, care funcţionează în paralel la tensiunea lor, dacă curentul definit ca mai sus nu depăşeşte 3,5 ori curentul nominal.

In cazuri de avarie se permite punerea în paralel prin această metodă a oricărui tip de generator.

In urma răspîndirii largi a acestei metode, în Uniunea Sovietică s-au elaborat numeroase scheme de autosincronizare manuală, semiautomată şi automată a căror descriere şi experienţă de aplicare la noi va forma obiectul unui alt articol.

Concluzii

1. Punerea în paralel a generatorilor şi compensatorilor sincroni prin autosincronizare se execută mult mai repede, mai simplu şi mai sigur decît prin sincronizare precisă.
2. Şocul de curent şi căderea de tensiune care au loc la autosincronizare nu prezintă pericole pentru maşină sau sistemul energetic.
3. Metoda trebuie folosită pe larg în centralele din ţara noastră.

Bibliografie

[1] *Krit A. G.* şi *Mamikonian L. G.*: „Punerea în paralel a generatorilor prin metoda autosincronizării." In culegerea „Automatizarea şi telemecanizarea centralelor hidroelectrice" GEI, Moscova — Leningrad, 1950.

[2] *Manikonianţ L. G.* şi *Siromiatnicov I. A.*: „Punerea în paralel a generatorilor prin metoda autosincronizării". Centrale electrice , 9/1949.

[3] *Siromiatnicov I. A.* Regimurile de funcţionare a generatorilor sincroni, GEI, Moscova — Leningrad, 1952.

[4] *Siromiatnicov I. A.*: Conectarea în paralel a maşinilor sincrone prin procedeul de autosincronizare, Electricitatea, nr. 8/1954.

[5] *Manikonianţ L. G.* : Cuplurile electromagnetice de rotaţie ale maşinilor sincrone, în cazul conectării lor la reţea prin metoda autosincronizării, Electricitatea, nr. 8/1954.

[6] *Gluşko A. I.*: Mecanismul atragerii în sincronism a generatorului la autosincronizare — Electricitatea, nr. 4/1955.

[7] * * *: Punerea în paralel a generatorilor şi compensatorilor sincroni prin metoda autosincronizării, GEI Moscova — Leningrad, 1952.

[8] * * *: Culegere de instrucţiuni pentru punerea în paralel a generatorilor şi compensatorilor sincroni prin metoda autosincronizării, GEI, Moscova — Leningrad, 1955.

★

ПАРАЛЕЛЬНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ СИНКРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ И КОМПЕНСАТОРОВ АВТОСИНХРОНИЗАЦИЕЙ

Резюме

В статье рассматривается физическая сущность метода параллельного включения синхронных генераторов и компенсаторов посредством автосинхронизации. Описываются происходящие в машине процессы, их влияние на генератор и на энергетическую систему и приводятся проведенные автором опыты в области синхронизации.

★

PARALLELSCHALTUNG DER SYNCHRONGENERATOREN UND KOMPENSATOREN MITTELS AUTOSYNCHRONISIERUNG

Der Aufsatz analysiert das Verfahren der Parallelsehaltung von Generatoren und synchronen Kompensatoren durch Autosynerehonisierung und behandelt die Vorgänge die sich in der Masehine abwiekeln, die Einflüsse auf den Generator und das energetisehe System, wobei die vom Verfasser ausgeführten Versuehe auf dem Gebiete der Autosynehronisierung dargelegt werden.

Centrală hidroelectrică în R.P.R. cu turbine Kaplan*) (1950—1954)

Prof. dr. ing. A. BĂRGLĂZAN

Se descriu elementele caracteristice de calcul şi construcţie ale turbinelor de tipul Kaplan cu care a fost echipată o centrală hidroelectrică din ţară. Toate studiile, calculele şi proiectele de execuţie a acestor turbine au fost efectuate de colectivul) Catedrei de Maşini Hidraulice de la Institutul Politehnic din Timişoara, care a condus şi execuţia, montajul şi punerea în funcţiune a turbinelor.*

Pe linia utilizării integrale a cursurilor de apă din R.P.R. se poate încadra şi refacerea centralei hidroelectrice de pe cursul superior al unui rîu important din ţara noastră.

Această centrală a fost complet distrusă de bombardamentele din timpul războiului şi ca urmare un oraş important a rămas fără energie electrică o perioadă de timp destul de mare. Cum energia hidraulică este permanentă şi cea mai economică, se impunea urgenta refacere a uzinei distruse. Astfel de lucrări necesită însă investiţii mari fără profituri imediate, pe care numai un regim socialist le poate aprecia şi susţine pentru că urmăreşte binele întregului popor şi astfel nu precupeţeşte nimic pentru ridicarea continuă a nivelului de trai al tuturor celor ce muncesc. Din aceste motive a fost susţinută şi sprijinită de guvern urgenta refacere a centralei hidroelectrice mai sus menţionate.

Centrala se află pe un canal de derivaţie la 1850 m de la priză (fig. 1).

Abaterea apei în canalul de aducere se face printr-un baraj aşezat transversal pe cursul rîului principal şi prevăzut cu mai multe stăvilare pentru diferite scopuri. Astfel, sînt stăvilare care au misiunea de a permite apelor mari să treacă fără a inunda terenul din amonte de baraj şi stăvilare care au misiunea de a permite trecerea plutelor din amonte în aval şi invers.

Debitul maxim care poate trece atunci cînd toate stăvilarele sînt deschise este de 740 m³/s.

Barajul de asemenea a fost distrus şi refăcut.

Canalul de aducere pe toată lungimea lui este căptuşit şi secţiunile sînt acele din fig. 3.

Din curba de durată a debitelor a cursului principal din regiunea barajului se observă că debitul minim este de circa 16 m³/s şi că debitul de 42 m³/s este asigurat 6 luni pe an (fig. 4).

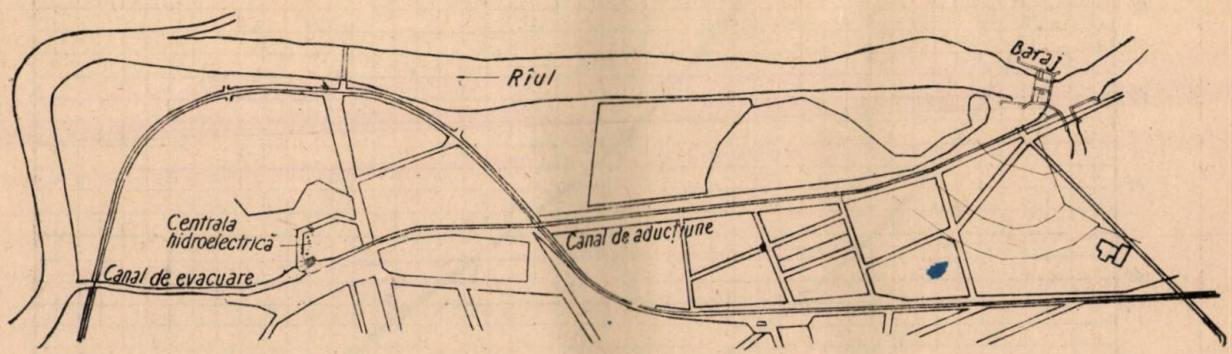


Fig. 1. Plan general de situaţie.

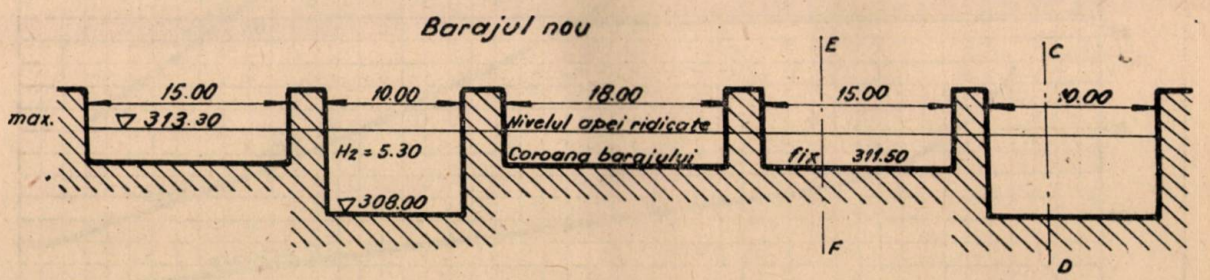


Fig. 2.

*) Colectivul format din: Prof. dr. ing. *A. Bărglăzan*, Conf. ing. *A. Berzănescu* Conf. ing. *I. Anton*, Ing. *Gh. Constantinescu* şi Ing. *N. Mateiaş*.

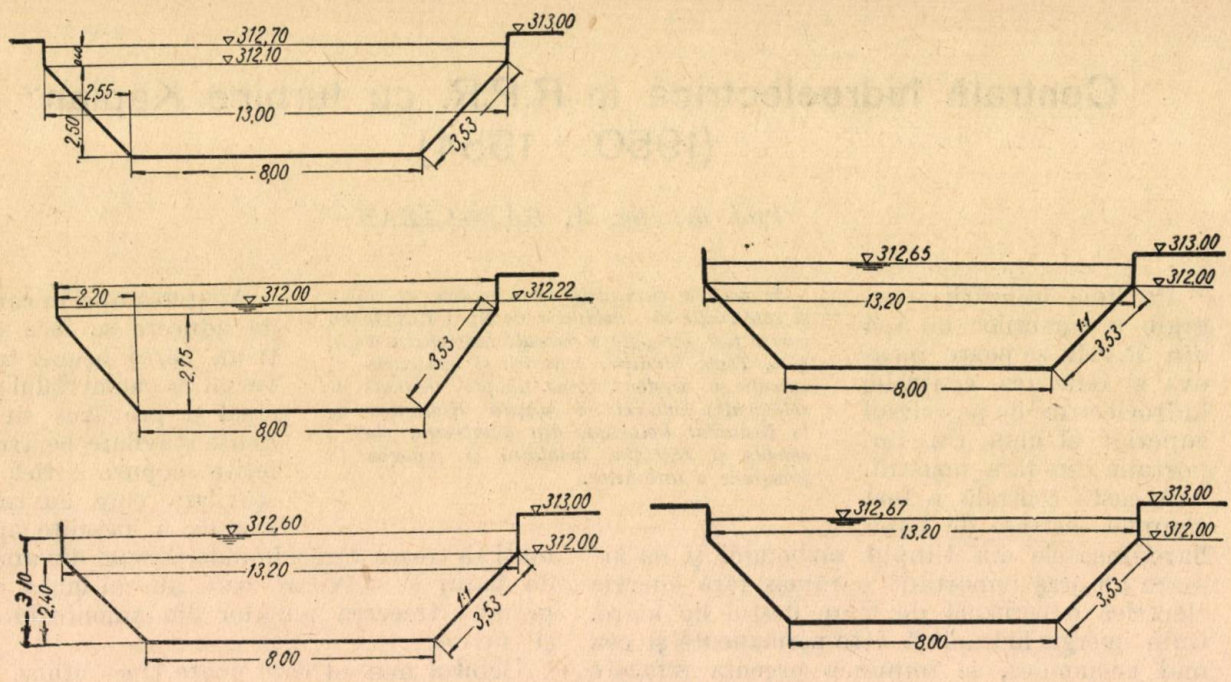


Fig. 3.

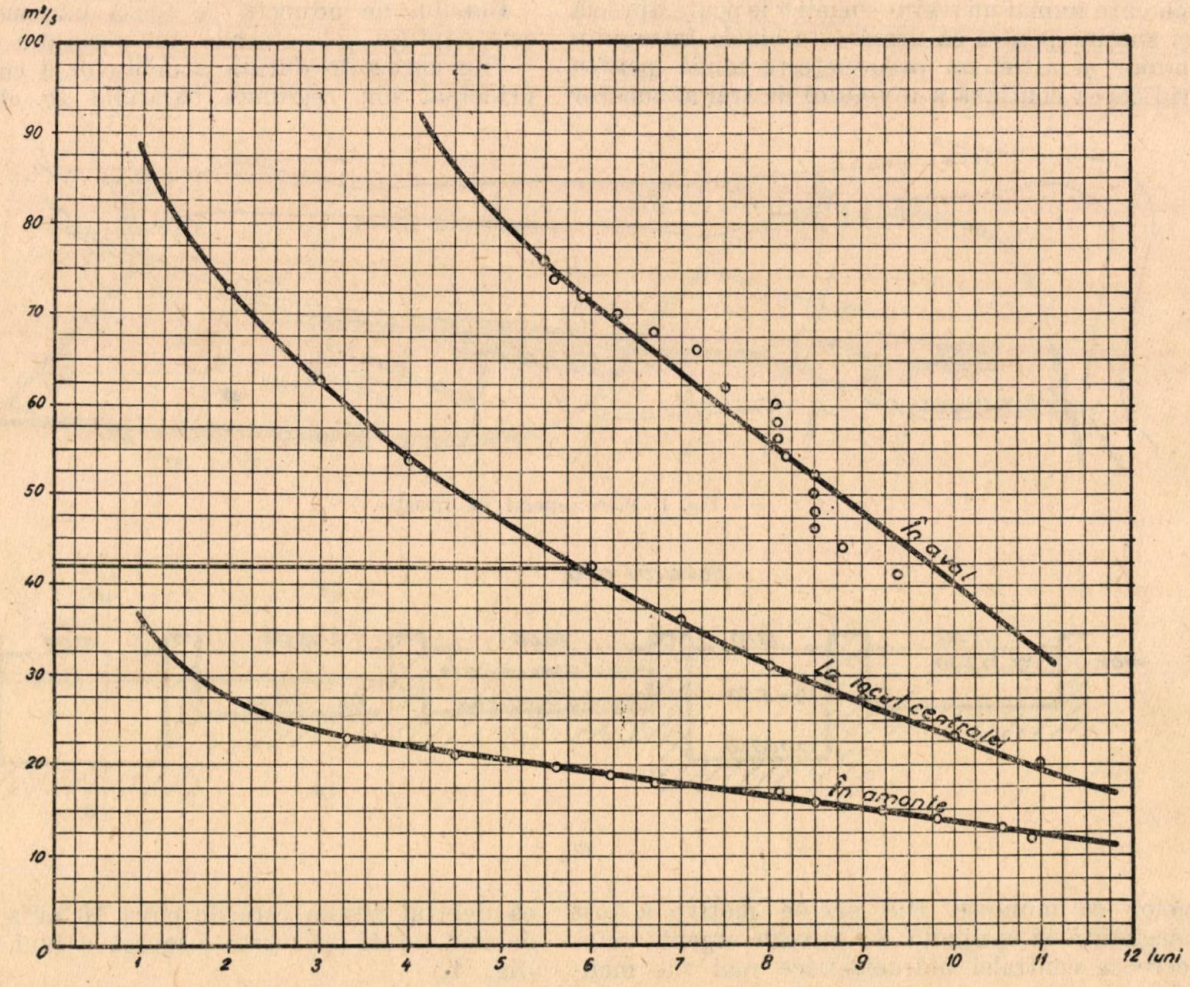


Fig. 4. Uzina hidroelectrică. Curbele de durată a debitelor rîului.

Sistemul de canale fiind dat se poate stabili la locul centralei căderile nete în funcție de debit (fig. 5).

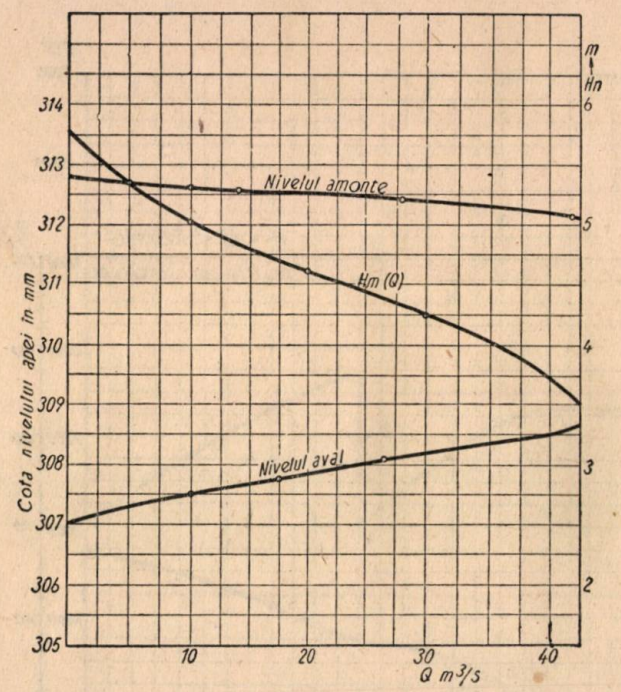


Fig. 5. Uzina hidroelectrică. Căderea efectivă în funcție de debit în sistemul de canale existente.

Cunoscînd debitele și căderile corespunzătoare se pot trasa ușor și curbele energiilor disponibile.

Din graficul stabilit și cu ajutorul mărimilor derivate se pot trasa curbele din fig. 6 și anume :

— curba de durată a debitelor rîului principal ;

— curba de durată a debitelor deversate în canalul de aducere ;

— curba de durată a căderilor nete ;

— curba de durată a puterilor hidraulice ale instalației ;

— curbele de variație ale randamentului turbinelor la axul vertical ;

— curba de durată a puterilor efective în kW.

S-a notat cu E_e energia efectivă în kWh, presupunîndu-se o utilizare continuă.

Energia hidraulică brută a derivației, din planimetrarea suprafeței de sub curba E_b este :

$$E_b = 11\ 616\ 000 \text{ kWh}.$$

Din această energie numai o parte se poate recupera la arborele turbinei, din cauză că debitul și căderea fiind variabile, randamentul mașinilor va varia în limite destul de largi la turație constantă.

In general sînt două sau trei unități în funcțiune. Pentru calculul randamentului total în cazul cînd două turbine funcționează cu debitul normal Q_n și a treia cu o fracțiune din debitul normal $Q/_n$ la o cădere constantă H se poate scrie :

$$2Q_nH\,\eta_{max} + H\,\frac{Q}{n}\,\eta_n = \left(2QH + H\,\frac{Q}{n}\right)\eta_t$$

$$\eta_t = \frac{2n}{2n+1}\,\eta_{max} + \frac{1}{2n+1}\,\eta_n$$

și în cazul cînd sînt numai două turbine în funcțiune se poate scrie :

$$\eta_t = \frac{n}{n+1}\,\eta_{max} + \frac{1}{n+1}\,\eta_n$$

Cu ajutorul acestei variații a randamentului total se obține curba puterilor efective, iar suprafața de sub curbă va da energia efectivă E_e

$$E_e = 9\ 000\ 000 \text{ kWh}.$$

Coeficientul de utilizare hidraulică este

$$K = \frac{E_e}{E_b} = \frac{9\ 000\ 000}{11\ 616\ 000} = 77{,}5\%.$$

Admițînd un randament mediu al instalației, pornind de la arborele vertical al turbinei pînă la tabloul de distribuție de circa 80% care se compune din :

randamentul angrenajelor : 95%

randamentul alternatorului : 90%

Randamentul transformatorului și aparatajului : 92%.

Energia medie la plecare va fi :

$$9\ 000\ 000 \times 0{,}80 = 7\ 200\ 000 \text{ kWh}$$

ceea ce corespunde la o putere medie de :

$$\frac{7\ 200\ 000}{365 \times 24} = 824 \text{ kW}$$

Admițîndu-se 5 000 ore de funcționare pe an, aproape de realitate

$$E_u = 7\ 200\ 000\ \frac{5\ 000}{8\ 760} = 4\ 100\ 000 \text{ kWh}.$$

Factorul de încărcare al mașinilor va fi deci :

$$Q = \frac{4\ 100\ 000}{3\ 750.\ 0{,}736.\ 0{,}8.8760} = 35{,}5\%.$$

Costul de producție al unității de energie kWh în urma unei analize amănunțite rezultă :

$$C_{kWh} = 0{,}08 \text{ lei/kWh}.$$

Avînd în vedere că o bună parte din construcțiile civile ale centralei hidroelectrice trebuiau considerate ca date, soluția optimă trebuia stabilită pe baza acestor fapte.

Prin sistemul de canale existent se poate conduce bine debitul de 42 m³/s asigurat timp de 6 luni.

Centrala propriu-zisă a fost distrusă mai mult prin părțile mecanice și mai puțin construcțiile civile și în special cele de sub nivelul

terenului au avut mai puțin de suferit. In centrală au existat 3 turbine de tipul Francis cu axul vertical, cu o turație mică, 84 rot/min, drepte, metalice, tronconice și foarte scurte. Astfel stînd lucrurile, numărul unităților era deja fixat la trei prin construcțiile civile existente.

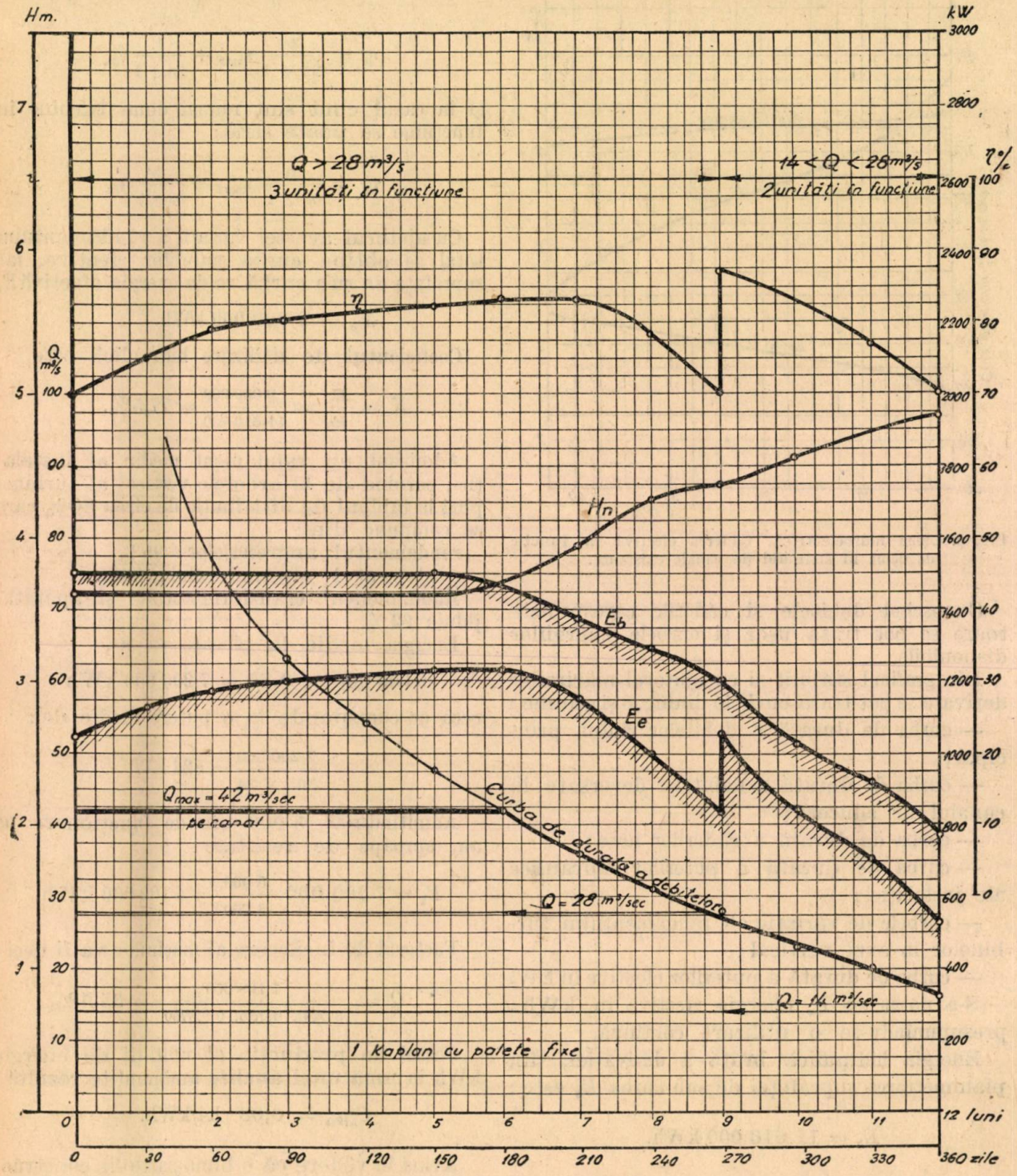


Fig. 6. Uzina hidrolectrică. 3 turbine Kaplan cu axul vertical pentru $Q = 14$ m³/s fiecare la $H = 4{,}85$ m și $N = 200$ rot/min. Debitul de bază 42 m³/s.

E_b = 11 616 000 kWh $\qquad k = \frac{E_e}{E_b} = 77{,}5\,\%$ coef. de utilizare $\qquad E_e$ = 9 000 000 kWh

care prin intermediul unor angrenaje conice cu dinți de lemn antrenau niște alternatoare cu axul orizontal. Tuburile de aspirație erau

Debitul pentru care trebuiau construite turbinele era de 42 m³/s asigurat pe 6 luni, deci revine unei turbine un debit de 14 m³/s.

Din graficele stabilite se poate vedea că este bine ca turbinele să fie dimensionate pentru un debit cît mai mare posibil, la înălțimea de cădere de $H_n = 4{,}85$ m; se înțelege cît mai mare posibil în construcția existentă.

Avînd în vedere debitul mare pe unitate și faptul că înălțimea de cădere este variabilă în limite destul de largi, se impunea adoptarea unor turbine de tipul Kaplan, care pe lîngă faptul că răspunde bine la condițiile de mai sus, mai are proprietatea cunoscută de a putea lua un debit cu mult mai mare decît turbinele Francis în condiții identice de cădere și secțiuni.

$$Q_k = Q_F \sqrt{\frac{\Delta_K}{\Delta_F}}.$$

Aceste turbine în cazul apelor mari, cînd debitul rîului este cu mult mai mare decît 42 m³/s și cînd căderea scade, sînt capabile totuși să ia un debit destul de mare. Dacă dimensionarea s-ar fi făcut pentru un debit mai mic la căderea normală, atunci la debite mari și la căderi mici ar fi putut lua un debit cu mult mai mic.

Dimensionarea turbinelor pentru debit mare și cădere mică ar fi prezentat o soluție dificilă și neeconomică.

Avînd în vedere curba de durată a debitelor și pentru ca în orice împrejurare energia apei să poată fi luată cu cel mai bun randament, s-au prevăzut trei unități cu turbine de tipul Kaplan în cameră spirală deschisă cu axul vertical, dintre care două cu paletele rotorului mobile și una cu ele fixe. Cele cu paletele mobile au proprietatea verificată în laborator că randamentul lor se menține la valori în jurul valorii maxime chiar și atunci cînd încărcarea lor scade pînă la 30% din puterea lor nominală. Debitul minim pînă la care turbina mai funcționează este de 8 — 12% din debitul normal.

Funcționarea turbinelor va trebui astfel aranjată, încît turbina cu paletele fixe să funcționeze permanent la încărcarea normală, avînd randamentul optim numai în această împrejurare. In cazul cînd debitul minim ar scădea sub 14 m³/s atunci se va opri turbina cu paletele fixe și se va pune în funcțiune o unitate cu paletele rotorului mobile, care va putea lua energia apei cu cel mai bun randament pînă la debitul minim de 3 — 4 m³/s, și chiar pînă la 1,5 m³/s însă cu randamente mai scăzute.

Faptul că sînt trei unități prezintă avantajul că una din ele poate fi considerată ca unitate de rezervă o bună parte din an, timp în care se poate face revizuirea ei și eventualele reparații necesare.

Tipul de turbină Kaplan are proprietatea de a absorbi cu dimensiuni reduse față de alte tipuri de turbine, un debit cu mult mai mare, datorită vitezei mari din prima secțiune a tubului de aspirație și a cărei energie corespunzătoare trebuie recuperată prin o formă specială a tubului de aspirație. Tubul studiat și adoptat prezintă o soluție specială care asigură condițiile impuse cu randamentul cel mai bun și cu o mare stabilitate în funcționare.

Turația turbinei de 200 rot/min este relativ mare și asigură astfel dimensiuni economice și posibilitatea adoptării unor rapoarte de transformare favorabile pentru turații.

Printr-un angrenaj cilindric în V se trece la turația de sincronism de 750 rot/min potrivită la alternatorul de 50 per/s.

Alternatorii sînt cu axul vertical, așezați pe soclul turbinei cu turația de 750 rot/min.

Camerele de aducere pentru cele trei unități sînt de formă spirală deschisă, fapt care permite izolarea arborelui și a tuturor articulațiilor sistemului de reglare a lagărului de ghidaj etc și permite controlul tuturor acestor părți în orice moment.

In general construcția este în așa fel executată că fiecare parte a ei poate fi ușor înlocuită.

Fiecare unitate are un sistem de ungere care se face prin ulei sub presiune filtrat și răcit la nevoie.

Circulația uleiului de ungere este asigurată de două motopompe volumetrice.

Reglarea acestor turbine se face cu ajutorul unor sisteme de reglare simple pentru turbina Kaplan cu paletele rotorului fixe și sisteme cu acțiune dublă pentru turbinele cu palete mobile.

Comanda servomotoarelor se face pe cale electrică; comanda mișcării paletelor rotorului atunci cînd se mișcă paletele statorului, se face cu ajutorul unei came profilate realizată pe baza rezultatelor obținute prin măsurători pe modelele acestor turbine în laborator.

Randamentele obținute prin măsurători sînt de ordinul:

$$\eta = 85 - 86\%.$$

Puterea fiecărei turbine este de $N = 750$ CP.

Aceste turbine se pretează foarte bine la o eventuală amplificare a uzinei, fie prin mărirea debitului, fie prin mărirea înălțimii de cădere.

Turbinele și particularitățile lor hidraulice

După cum s-a văzut, centrala cuprinde trei turbine de tipul Kaplan, cu axul vertical, una cu paletele rotorului fixe *I* și două cu paletele rotorului mobile *II* și *III* (fig. 7).

Fiecare turbină este construită pentru un debit de $Q = 14$ m³/s la o cădere de $H_n = 4{,}85$ m și cu o turație de $n = 200$ rot/min cu un randament de $\eta = 82{,}5$; rezultă pentru fiecare unitate o putere de $N = 750$ CP, deci o turație specifică de $n_s = 750$.

Puterea totală instalată este deci $3 \times 750 = 2\,250$ CP.

Diametrul rotorului $D = 1\,980$ mm.

Caracteristicile calculate ale unei palete realizate din profile hidrodinamice (fig. 8); sînt date în tabela 1 și 2.

Tabela 1

Turbina elementară		I	II	III	IV	V	VI
Raza $R_0 = R_1$ mm		484,5	609	711,5	801	881	954,5
$\xi_0 = \xi_1 =$		1,01	1,307	1,528	1,72	1,891	2,048
$K_{01} = K_{1m}$		0,494	0,494	0,494	0,494	0,494	0,494
$K^2_{1m} = 24{,}4\,\%$		0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244
μ_1 admis a priori					0,141		
μ_1 calculat din $\mu_1 r_1 = \text{const } 112{,}8$		0,2332	0,1856	0,1588	0,141	0,1281	0,1183
μ_1^2 în %		5,43	3,44	2,52	2	1,64	1,4
$K_1^2 = \mu_1^2 + K_{1m}^2$ %		29,83	27,84	26,92	26,4	26,04	25,8
Pierderea de energie cinetică de rot. μ_1^2 presup. că diametrul tub. la început. cot. $= 2d$ ieşirii din rotor $\mu = \text{ct}\left(\mu_2^2 = \frac{\mu_1^2}{4}\right) l_2'' / H_n$ %		1,358	0,86	0,63	0,5	0,41	0,35
Pierderi în difuzor la recup. energ. cinetică meridională $K^2_{1m}\eta_d = 90\,\%$ $l_2''/H_m{}^0/_0$		2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44
Pierderi monometrice presupuse în stator şi rotor (prin diferenţă) $\frac{\varphi_0 + \varphi_1}{H_n}$ %		100-η_mI − 3,798	100-η_mII −3,3	100-η_mIII − 3,07	100-η_mIV −2,94	100-η_mV −2,85	100-η_mVI −2,79
Randamentul monometric admis %					93,5		
Pierderi admise în rotor şi stator					3,56 %		
μ_0 pt. turb. IV					0,413		
μ_0 pt. alte turbine $\mu_0 r_0 = 330{,}8$		0,684	0,544	0,465	0,413	0,375	0,347
$\Delta\,\mu$		0,4508	0,3584	0,3062	0,272	0,2469	0,2287
Rand. man. calculat $\eta_m = 2\,\xi\,\Delta\mu$ %		93,6	93,6	93,5	93,5	93,4	93,5
Rand. monometric total %				93,5	%		
Pierderi în procente în distr. şi rotor		7,02	3,1	3,43	3,56	3,75	3,71
	β_1	31° 55′	23° 48′	17° 31′	17° 25′	15° 41′	14° 27′
Triunghiul vitezelor	K_1	0,547	0,525	0,520	0,518	0,515	0,510
la ieşire	α_1	64° 48′	69° 25′	72° 15′	74° 05′	74° 29′	70° 32′
	β_0	54° 10′	33°	23° 58′	20° 46′	18° 06′	16° 11′
	K_0	0,845	0,735	0,68	0,648	0,625	0,605
	λ_0	0,61	0,907	1,17	1,4	1,595	1,77
	α_0	35° 50′	42° 15′	46° 42′	48° 15′	48° 32′	48°48′
	λ_1	0,95	1,22	1,45	1,65	1,81	1,91
Deviaţia $\beta_0 - \beta_1$ sub 23° admise		22° 35′	9° 12′	6° 27′	3° 21′	2°25′	1°44′
$\lambda_\infty = \frac{\lambda_0 + \lambda_1}{2}$ vit. relat. la infinit		0,78	0,635	1,31	1,525	1,7125	1,88
β_∞		39° 30′	27° 42	22° 12′	18° 55′	16° 50′	15° 10′
tg lg β_∞		0,824	0,5258	0,408	0,342	0,302	0,271
$t = \frac{2\,\pi\,r}{4} = 1{,}571\ r$ în mm $z = 4$		760	956	1118	1258	1383	1500

Momentul hidraulic total dat de 4 palete este $M_t = 980$ kgm.

Momentul total necesar mișcării paletelor rotorului calculat este $M = K D^3 H = 1\,500$ kgm, deci mai mare cu 54% față de cel hidraulic, majorare necesară acoperirii frecărilor.

Randamentul turbinei se calculează cu elementele cuprinse în tabela 3.

Puterea efectivă va fi deci:

$$N_{ef} = \frac{14\,031 \cdot 4}{75} = 748 \text{ CP},$$

iar puterea hidraulică corespunzătoare $N_{hidr} = 792$ CP.

Randamentul turbinei, excluzînd pierderile mecanice și volumetrice va fi:

$$\eta_{max} = \frac{N_{ef}}{N_h} = \frac{748}{792} = 94{,}2\ \%.$$

Tubul de aspirație studiat și realizat căptușit pe toată lungimea lui, prezintă o soluție ingenioasă în condițiile date și are avantajul că asigură recuperarea în cele mai bune con-

Tabela 2

Turbina elementară	I	II	III	IV	V	VI
i_0	4,25	1,26	1,4	1,95	4	3,55
Profilul No.	502	497	546	595	44	445
K_m (coef. cuplului)	0,38	0,29	0,21	0,175	0,08	0,06
K_{z0} ($\lambda = \infty$) fără interact.	0,98	0,668	0,49	0,43	0,32	0,32
$IC = \frac{K_m}{K_{z0}} \cdot 1$	233	298	328	322	222	176
l mm.	660	690	765	830	890	940
λ_∞ pt. 7/8 Q_{max}	0,78	1,0635	1,31	1,525	1,725	1,88
$\frac{\gamma}{2g} \cdot 2g\ H_n = \gamma\ H_n$ kg/mm²	4850	4850	4850	4850	4850	4850
K'_{z0} cu interacțiune	1,48	0,938	0,72	0,565	0,49	0,449
$F_{z1} = K'_{z0} (\gamma H_n) \lambda^2_\infty$	4390	5120	6000	6840	7050	7700
λ^2_∞	0,61	1,123	1,718	2,5	2,96	3,54
Δr în mm.	139	110	94	84	76	71
$\Delta s = l\ \Delta r$. în mm.	0,0834	1,0769	0,0718	0,0697	0,0676	0,0667
$\Delta\ F_z = F_z\ \Delta s$ Kg.	366	394	432	476	476	513
$\overline{IO}$	266	299,5	332	365	394	427
Brațul de pîrghie ΔF_z în raport cu axa arb. paletei	33	1,5	4	43	172	251
$\Delta\ M\ h$ (+ sau −)	12,1	0,582	1,728	21	82	128
Momentul hidr. total	245,41 kg m					

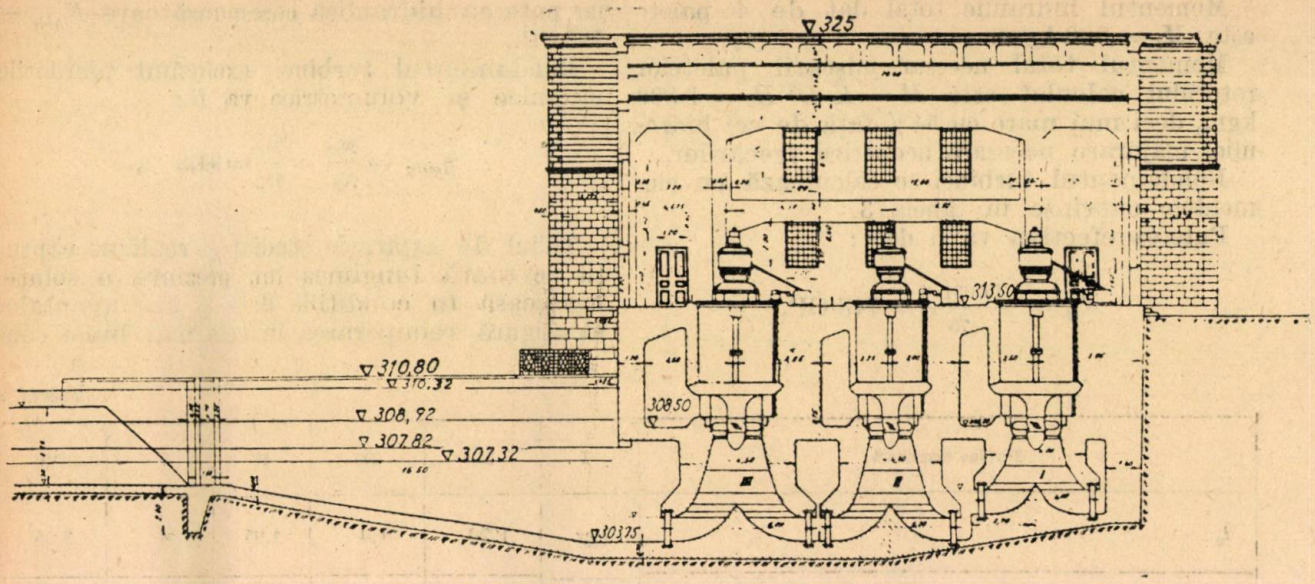


Fig. 7. Secțiune prin sala turbinelor.

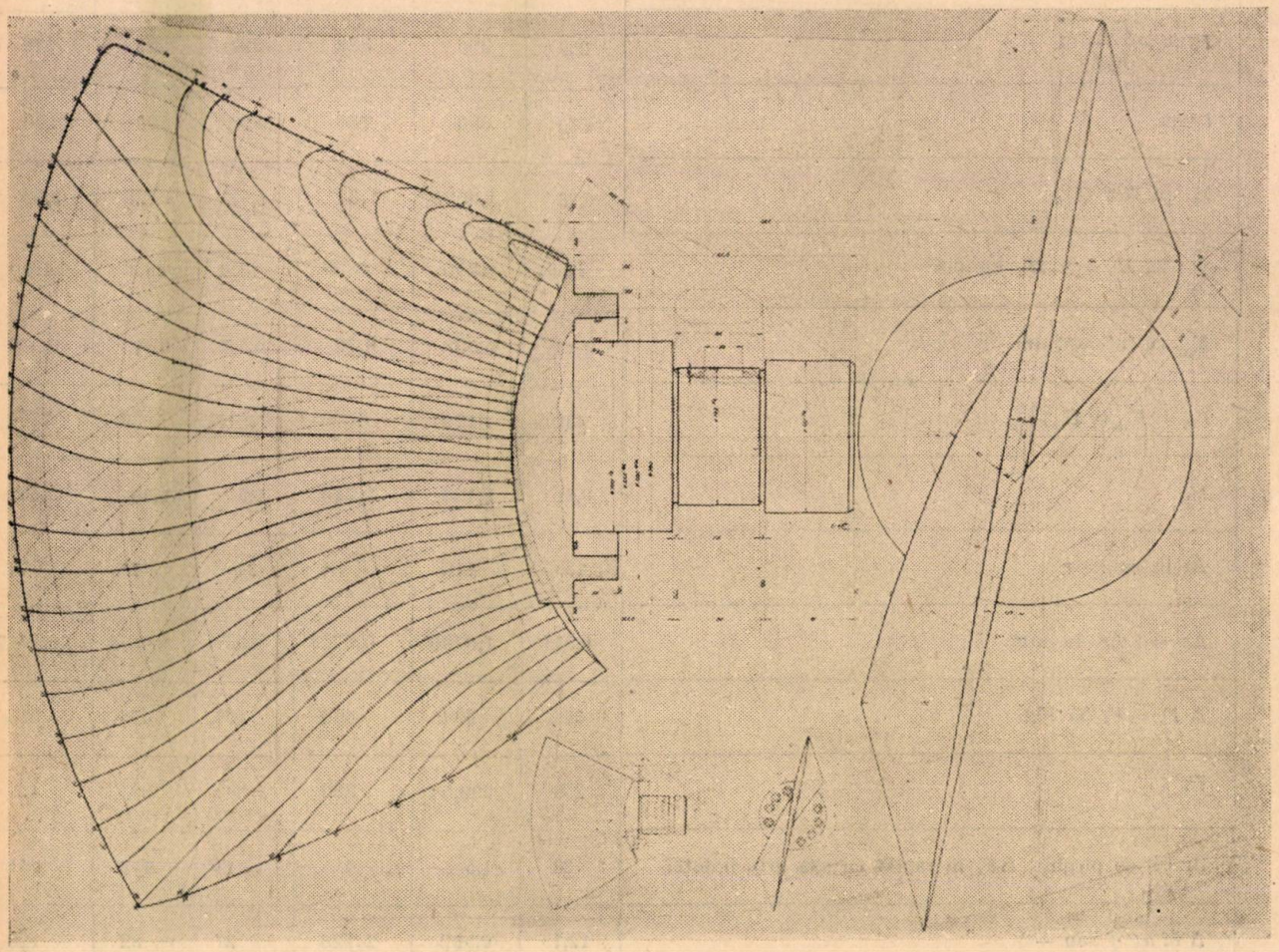


Fig. 8. Paleta rotorului mobilă.

diții atît a componentei meridionale cît și a componentei tangențiale a vitezei absolute de la ieșirea din rotor; pierderile sînt minime deci și randamentul cel mai bun.

Pentru fixarea poziției celei mai bune a rotorului acestor turbine trebuie determinat pentru fiecare coeficientul de cavitație critică. Rezultatele calculului sînt date în tabela 4, cu $h_2 = 0{,}5$.

$$\sigma_{inst} = \frac{10{,}33 - 0{,}5}{4{,}85} = 2{,}03 \text{ și din tabelă } \sigma_{crit} = 1{,}9$$

deci coeficientul de siguranță față de apariția fenomenului de cavitație este:

$$\frac{\sigma_{inst}}{\sigma_{crit}} = \frac{2{,}03}{1{,}9} = 1{,}07.$$

Pentru verificarea experimentală a rezultatelor calculelor și pentru stabilirea curbelor universale ale centralei hidroelectrice și pentru determinarea curbelor de garanție și a curbelor necesare trasării camei combinatorului, s-au stabilit dimensiunile și caracteristicile de proiectare ale unei turbini model, în așa fel încît să se poată face măsurătorile în laboratorul de mașini hidraulice de la Institutul Politehnic Timișoara.

Elementele caracteristice ale machetei sînt:

$Q = 253$ l/s;

$H_n = 4{,}60$ m;

$n = 1430$ rot/min;

$N = 12{,}8$ CP;

Coeficientul de similitudine $\lambda = 7{,}34$.

Rezultatele măsurătorilor sînt date în curbele din fig. 9.

Condițiile unei bune funcționări din punctul de vedere al variației turației în momentul variației încărcării unei turbine sînt asigurate printr-un $G\,D^2 = 2\,000$ kgm² plasate în rotorul alternatorului.

Cu acest $G\,D^2$ se asigură condițiile din tabela 5.

Considerații constructive asupra turbinelor

Turbina Kaplan cu axul vertical suspendată pe un lagăr de cap prevăzut la partea superioară (fig. 10).

Lagărul de cap este prevăzut cu patine și cu ungere continuă. Arborele turbinei este găurit pe toată lungimea lui și, este ghidat de un lagăr care se află în capacul turbinei.

Tabela 3

Turbina elementară	I	II	III	IV	V	VI
ξ	1,04	1,307	1,528	1,72	1,891	2,048
$u = \xi\sqrt{2gH}\ \sqrt{2gH} = 9{,}75$	10,1	12,72	14,9	16,75	18,42	20
ΔF_z	366	394	432	476	476	513
β_∞	39°30′	27°42′	22°12′	18°55′	16°50′	15°10′
$\cos \beta_\infty$	0,77162	0,8854	0,926	0,9458	0,95715	0,96517
tg. β_∞	0,824	0,5258	0,408	0,343	0,302	0,271
$\text{tg}\,\vartheta = \frac{K_{z0}}{K'_{z0}}$	0,0115	0,0105	0,012	0,0134	0,028	0,031
$\Delta F_z \cos \beta_\infty \approx \Delta P$	282	349	400	450	455	490
tg. β_∞ − tg ϑ	0,8125	0,5153	0,396	0,3296	0,274	0,240
ΔT	229	180	158,8	148,3	124,4	116
ΔTu	2301	2290	2350	2480	2290	2320
$\Sigma \Delta Tu$	14,031 kg m/s					

Acest lagăr este prevăzut cu ungere continuă cu ajutorul unei pompe cu roți dințate antrenate direct de arborele turbinei și printr-un dispozitiv special bazat pe circulația uleiului datorită forței centrifugale imprimate vasului în care se află uleiul care a trecut prin lagăr și care este solidar cu arborele iar în cazul cînd nici unul din aceste sisteme nu funcționează, se poate conecta la circuitul principal de ungere.

Tot aci pe arborele turbinei se află și un limitator de turație și un vas indicator al uleiului din butucul rotorului. Rotorul este montat în consolă. Rotorul are un butuc care conține toate organele necesare rotirii paletelor și care în exterior, în acelaș scop, are forma unei calote sferice. Interiorul butucului stă permanent într-o baie de ulei. Servomotorul rotorului se află între flanșele arborilor turbinei și părții superioare.

Paletele, în număr de 4, sînt foarmate din profile hidrodinamice și sînt construite din

Tabela 4

Turbina elementară	I	II	III	IV	V	VI
K_1^2	0,3	0,275	0,27	0,268	0,265	0,26
φ_2'/H %	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44
φ_2''/H %	1,358	0,86	0,63	0,5	0,41	0,35
$\frac{\varphi_2' + \varphi_2''}{H} = A$ %	3,798	3,303	3,07	2,94	2,85	2,79
$K_1^2 - A$ %	26,202	24,2	23,93	23,86	23,65	23,21
ηd	0,876	0,883	0,888	0,892	0,894	0,896
$K_1^2 \eta d$	0,2628	0,243	0,24	0,239	0,237	0,233
λ_∞^2	0,61	1,113	1,708	2,33	2,94	3,54
i_0	4,25	1,25	1,4	1,95	4	3,55
Profilul No	502	497	546	595	444	443
e_{max}/l	15,85	12,7	10,4	9,55	5,7	5
l/t	0,79	0,723	0,685	0,66	0,645	0,627
K_p după Escher Wiss	−0,35	−0,37	−0,4	−0,41	−0,42	−0,43
λ_1^2	0,9	1,481	2,1	2,73	3,35	3,65
$K_{1p}\ \lambda_1^2$ (val. ales).	0,315	0,548	0,84	0,112	1,47	1,57
σ_{critic}	0,5778	0,791	1,08	1,351	1,707	1,803

Tabela 5

$\mu = \frac{\Delta N}{N}$ %	100 %	75 %	50 %	25 %	Observații
$\gamma = \frac{\Delta n}{n}$ %	20 %	11 %	5 %	1,5 %	

oțel aliat cu Cr și Ni. Rotirea paletelor se face de 17° de la închis pînă la deschis.

Spațiul dintre butucul mobil și partea fixă este prevăzut cu șicane pentru a impiedeca pătrunderea apei, iar pentru apa care pătrunde

totuşi, s-a prevăzut un sifon care o conduce la prima secţiune a tubului de aspiraţie.

In coroana fixă sînt prevăzute două ventile de aer cu funcţionare automată pentru evitadinţii în V, care transmite puterea la un pinion tot vertical cu turaţia de 750 rot/min, care la rîndul lui este cuplat cu alternatorul cu axul vertical, cu $E = 6\,300$ volţi 50 per/s.

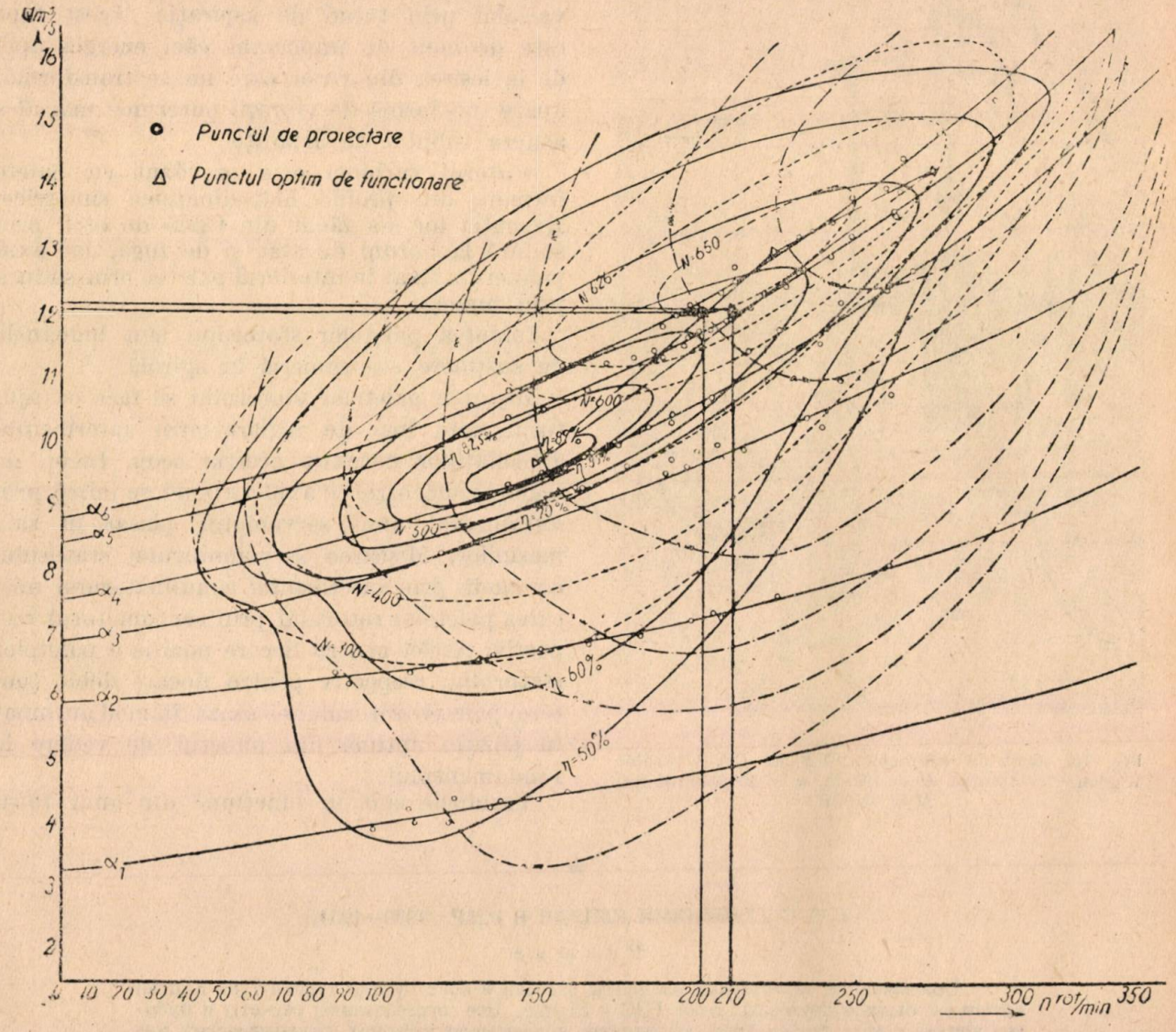


Fig. 9. Curbele caracteristice de egal randament, putere şi turaţie specifică la turbina mare. $\beta_n = 18°25'$ pentru profilul mediu.

rea şocurilor datorite unei depresiuni prea mari care s-ar produce din cauza variaţiilor prea mari ale debitului în timpul reglării turbinei.

Arborele este găurit şi la partea superioară este susţinut de un lagăr de cap cu patine şi cu ungere automată cu ulei răcit. Tija care trece prin arborele turbinei la partea superioară este în legătură cu cama combinatorului.

Pe partea superioară a arborelui sub lagărul de cap se află o roată dinţată cilindrică cu

Conducerea apei de la rotor se face printr-un tub de aspiraţie de formă specială, avînd în vedere faptul că viteza absolută de la ieşirea din rotor are valori mari şi variabile atît ca mărime cît şi mai ales ca direcţie. Deci recuperarea sarcinii dinamice şi statice se impune cu pierderile minime. Forma de tub adoptată, mult evazată şi cu miez central şi căptuşită cu tablă de oţel asigură condiţiile impuse. Meridianele tubului de aspiraţie sînt

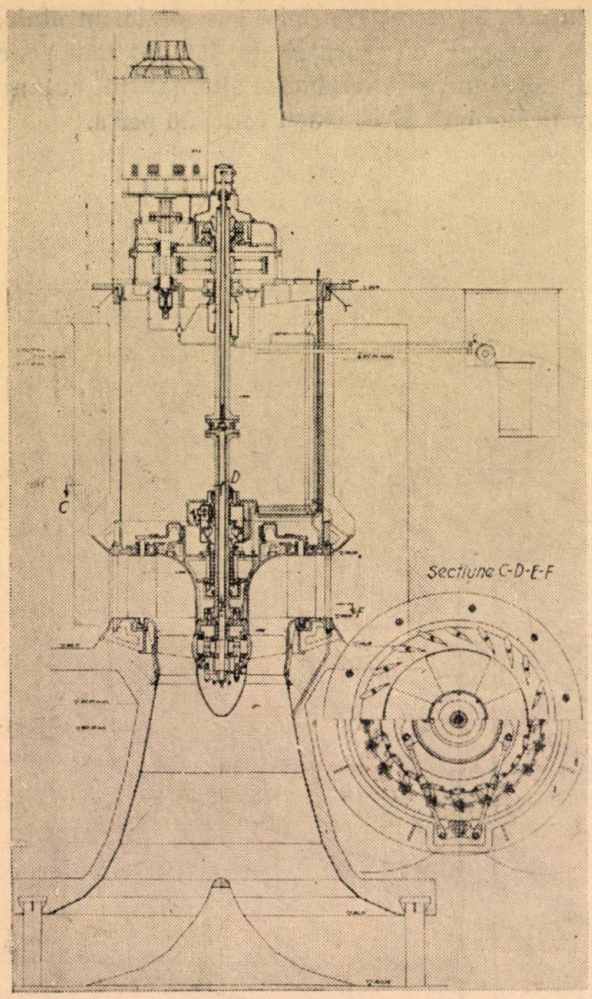


Fig. 10. Centrala hidroelectrică 2 250 CP. 3 turbine Kaplan. $Q = 14$ m³/s $H = 4{,}85$ m, $n = 200/750$ rot min $N = 750$ CP.

studiate și tratate pe baza teoriei scurgerii lichidelor în condițiile hidraulice impuse. Tubul de aspirație la partea inferioară se sprijină pe 20 coloane din fontă care asigură o mare stabilitate construcției față de eventualele vibrații care s-ar produce în timpul curgerii debitului variabil prin tubul de aspirație. Acest fapt este deosebit de important căci energia apei de la ieșirea din rotor care nu se transformă, apare sub formă de vibrații puternice mai ales asupra tubului de aspirație.

Statorul turbinei este prevăzut cu palete formate din profile hidrodinamice simetrice. Execuția lor s-a făcut din tablă de oțel prin sudură la bordul de atac și de fugă, iar axul paletei s-a fixat în interiorul paletei prin sudură prin puncte.

Inaintea paletelor statorului sînt buloanele de susținere ale camerei în spirală.

Mișcarea paletelor statorului se face cu ajutorul unui inel de reglare prin intermediul articulațiilor necesare acestui scop. Inelul de reglare concentric cu axul turbinei se mișcă prin intermediul unui servomotor plasat în sala mașinilor. Mișcarea servomotorului statorului comandă prin intermediul combinatorului mișcarea paletelor rotorului prin servomotorul respectiv. Astfel pentru fiecare poziție a paletelor statorului, respectiv pentru fiecare debit (putere) paletele rotorului se așază în mod automat în poziția optimă din punctul de vedere la randamentului.

Turbinele sînt în funcțiune din anul 1954.

★

ГЭС С ТУРБИНАМИ КАПЛАН В Р.Н.Р. (1950–1954)

Резюме

Описываются характерные элементы расчета и конструкции турбин типа Каплан которыми была оборудована одна ГЭС в стране. Все исследования, расчеты и рабочие чертежи этих турбин были выполнены коллективом кафедры гидравлических машин Тимишорского Политехнического Института, который руководил конструкцией, монтажем и пуском турбин.

★

WASSERKRAFTWERK IN DER RUMÄNISCHEN VOLKSREPUBLIK MIT KAPLANTURBINEN (1950—1954)

Der Aufsatz beschreibt die kennzeichnenden Berechnungs — und Bauelemente der Kaplanturbinen, mit denen kürzlich in Rumänien ein Wasserkraftwerk ausgestattet wurde. Sämtliche Studien, Berechnungen und Ausführungsprojekte dieser Turbinen entstanden im Rahmen des Lehrstuhles für Wasserkraftmaschinen der Technischen Hochschule aus Timișoara, unter dessen Leitung auch der Ausbau, die Montage und die Inbetriebsetzung der Turbinen erfolgten.

CENTRALA HIDROELECTRICĂ BRATSK

Una dintre cele mai importante lucrări hidrotehnice ale celui de al şaselea plan cincinal al Uniunii Sovietice este construirea centralei hidroelectrice Bratsk de pe fluviul Angara.

In anul 1955 secţia din Moscova a Hidroenergoproiect-ului a terminat sarcina de proiectare, urmînd ca primele grupuri să intre în funcţiune la finele cincinalului (1960).

In cursul proiectării au apărut o serie de dificultăţi care au impus adaptarea de soluţii originale şi chiar revizuirea normelor existente.

In cele de mai jos se dau o serie de date privitoare la studiul variantelor, arătîndu-se soluţiile adoptate, fapt ce poate prezenta interes pentru viitoarea amenajare a centralelor hidroelectrice de pe Dunăre.

Puterea instalată a centralei Bratsk este de 3 200 MW şi reprezintă numai una din treptele inferioare ale cascadei de centrale hidroelectrice ce se prevăd a se construi pe Angara.

Fluviul Angara se formează din lacul Baikal şi este principalul afluent al fluviului Enisei. Debitul mediu la vărsare este de 4 200 m^3/s. Pe lungimea de 1 830 km are o cădere de 380 m, deci o pantă medie de 0,21 m/km. Potenţialul hidroenergetic reprezintă circa 8 mil/kW. Sectoarele navigabile sînt în partea superioară pe o lungime de circa 600 km şi cea inferioară de circa 320 km. Mai jos de punctul Bratsk navigaţia nu este posibilă din cauza pragurilor existente.

Lacul Baikal cuprins între latitudinile 51° şi 56° este al treilea după mărime în U.R.S.S. Suprafaţa oglinzii lacului este de 31,500 km, corespunzînd unei lungimi de 636 km şi lăţimea medie de 48 km. Originea sa este tectonică, fundul său fiind la circa 1 300 m sub nivelul oceanului. Adîncimea maximă de la suprafaţa lacului este de 1 741 m, fiind cel mai adînc lac din lume.Este înconjurat de munţi cu înălţimi pînă la 2 000 m pe care zăpada se păstrează şi în cursul verii. Bilanţul mediu hidrologic în cursul unui an este de circa 1 832 mm sau 56,54 km^3. Oscilaţiile anuale de nivel sînt cuprinse între 20 şi 144 cm.

Masa enormă a apei din lac asigură o regularizare superanuală a debitului fluviului Angara, raportul între debitul maxim înregistrat şi cel minim fiind numai 5,9 în timp ce la rîul Volga acest raport este aproximativ 50. Acest fapt face ca producţia de energie a centralei să fie dublă decît a centralei Cuibîşev la raportul puterilor de 1,5. Rezultă un preţ de cost al energiei foarte scăzut.

Centrala hidroelectrică Bratsk va avea un important rol în dezvoltarea economică a Siberiei Răsăritene şi a creşterii capacităţii industriale a regiunilor Irkutsk şi Krasnoiarsk, precum şi pentru electrificarea căilor ferate Siberiene.

Pentru alegerea variantei de bază a amenajării s-au studiat mai multe variante care au fost comparate între ele.

Pentru ilustrare se dau cîteva cifre:

a) In varianta cu barajul de beton şi centrala aeriană volumul lucrărilor de beton este circa 8,9 mil m^3, volumul excavaţiilor în rocă 5,8 mil m^3, iar excavaţiile în pămînt 32 mil m^3; volumul terasamentelor 8,4 mil m^3; greutatea metalului utilizat 48 mii tone.

b) In varianta cu baraj de anrocamente şi centrala subterană volumul de beton 4,2 mil m^3 excavaţii în rocă 30,5 mil m^3, volumul anrocamentelor 27,3 mil m^3, excavaţii în pămînt 43,7 mil m^3, iar volumul terasamentelor 21,9 mil m^3. Greutatea metalului utilizat circa 53 mii tone.

Alegerea schemei de amenajare. S-au studiat cele trei componente principale: barajul, clădirea centralei şi construcţiile pentru navigaţie.

In varianta de bază se prevede baraj de beton cu înălţimea de circa 100 m, căderea brută fiind 96 m. Pentru amplasarea centralei există două posibilităţi :centrala amplasată în aval de baraj şi centrala în corpul barajului (fig. 1 şi 2).

A doua variantă prevede baraj de anrocamente din materiale locale şi două tipuri de centrale: una subterană constînd din două săli de maşini pe ambele maluri iar alta aeriană dispusă paralel cu albia pe malul drept. La compararea acestor variante s-a ţinut cont de prezenţa materialelor locale pentru construcţie de posibilitatea deversării gheţurilor, precum şi de termenul minim de execuţie.

La căderea mare care se obţine rezultă gabarite mici pentru maşini deci lăţimea blocurilor sălii maşinilor va fi de numai 26 m, fapt ce a impus alegerea unei scheme electrice adecvate. Creşterea lăţimii blocurilor cu 1 m ar fi adus un spor de investiţii de circa 1 milion ruble.

In alegerea variantelor de amenajare s-a ţinut seama de condiţiile grele de lucru şi exploatare în condiţiile iernii siberiene cu temperaturi de — 58°C.

Puterea optimă a hidroagregatelor a rezultat de 200 MW. S-a analizat şi posibilitatea măririi grupurilor la 250 şi 300 MW dar soluţiile acestea sînt mai neeconomice.

Schema electrică. In funcţie de lăţimea frontului centralei şi de gabaritele aparaturii electrice s-a adoptat schema electrică din fig. 3.

Se leagă cîte doi generatori a 200 MW cu grupul de transformare constînd din trei transformatori a 160 MVA.

Numărul celulelor de 220 kV se reduce la opt. Această mărire a blocurilor a permis păstrarea gabaritelor blocurilor la 26 m. Energia se transmite sub tensiunile de 220 kV şi 400 kV. Raioanele apropiate se vor alimenta la tensiunea de 110 kV şi 35 kV de la staţiile de transformare care servesc pentru alimentarea

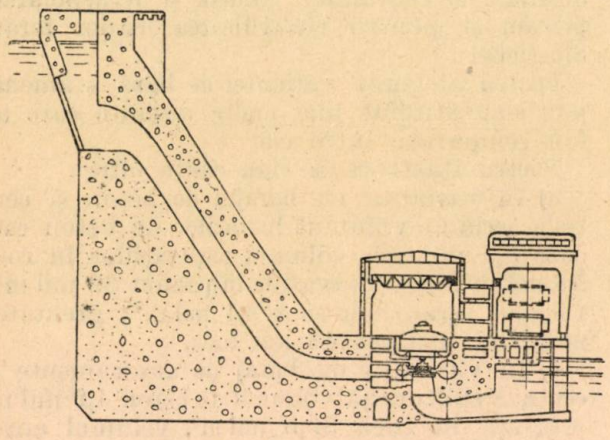


Fig. 1 Secţiune prin clădirea centralei în varianta aeriană

şantierului. Pentru alimentarea şantierului se prevăd două staţii de transformare pe malul stîng 2 × 60 MW (220/110/35 kV), iar pe malul drept 2 × 31,5 MW (110/35/6 kV). Energia provine de la CHE Irkutsk pe linie de 220 KV la 600 km distanţă. Construcţia liniei a început în 1955.

Legarea barelor de 220 kV cu cele de 400 kV se face prin autotransformatori de 720 MVA pe grup (3×240 MVA) care sînt la aceste gabarite, mai economici decît transformatorii trifazici.

Pentru reducerea curenţilor de scurtcircuit barele de 220 kV se secţionează. S-a analizat şi posibilitatea folosirii reactorilor de 220 kV pentru reducerea curenţilor de scurtcircuit. Puterea de scurtcircuit pe fiecare secţiune a barelor de 220 kV va fi 9 400 MVA.

Intreruptorii intersecţiuni sînt normal închişi. Puterea de întrerupere s-a admis 10 000 MVA.

Linia se leagă direct la barele de 400 kV.

Transformatorii principali de 220/15,75 kV cu putere de 480 kVA pe grup s-au amplasat la o distanţă de numai 0,5 m unul de altul, grilajul făcîndu-se numai între grupe. Aceasta a necesitat revizuirea normelor existente.

O altă problemă a fost aceea a legării acestor transformatori de staţia de distribuţie exterioară, aşezată pe malul stîng.

A trebuit să se renunţe la trecerea peste fluviu prin conductori aerieni datorită îngustimii frontului centralei şi a greutăţii de exploatare. Pentru o lungime de circa 1,5 km săgeata ar fi fost circa 130 m.

S-a recomandat utilizarea cablurilor de 220 kV. Un asemenea cablu trifazic trebuie să aibă capacitatea de transport de 200 MW.S-a studiat şi posibilitatea amplasării transformatorilor pe malul stîng, lîngă staţia de distribuţie, dar pentru aceasta ar fi fost necesari 32 km de cabluri — bare din cupru cu greutatea circa 1 000 t şi circa 96 000 izolatori de rezistenţă. Pierderile de energie ar fi constituit 55 mil kWh. Pentru aceste cabluri ar fi trebuit să se

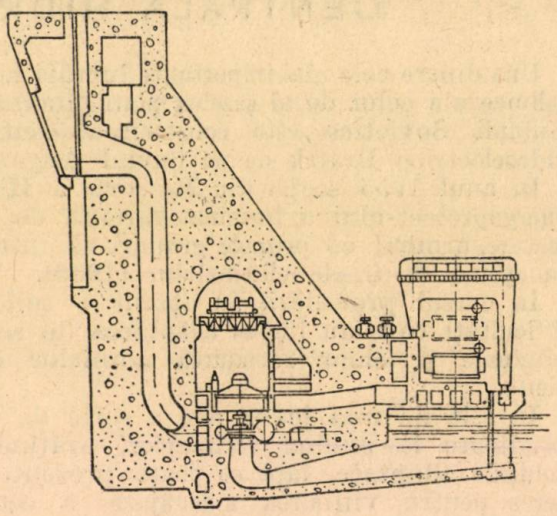


Fig. 2 Secţiune prin clădirea centralei în varianta cu centrala în corpul barajului.

construiască un tunel cu dimensiuni mari care ar fi adus un surplus însemnat la costul lucrărilor de construcţii.

Pentru reducerea gabaritelor transformatorilor se impune renunţarea la izolatori de 220

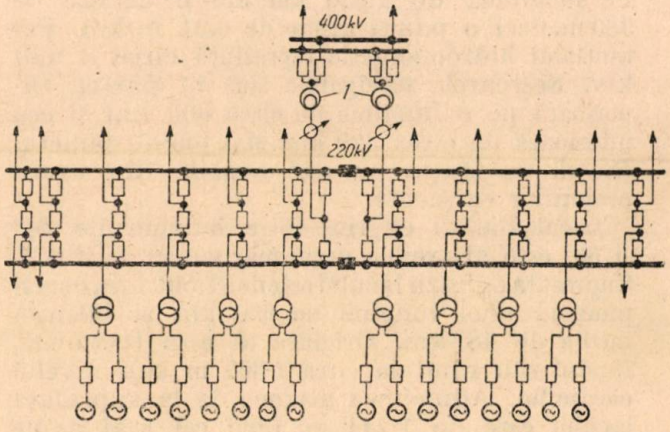


Fig. 3

kV şi ieşirea directă prin cabluri din corpul transformatorului. Aceasta simplifică mult soluţia de amenajare aeriană cît şi pe cea subterană a centralei.

Comanda centralei va fi automatizată cu un număr redus de personal. Afară de pornirea şi oprirea automată se prevede aplicarea autooperatorilor care vor asigura un randament optim la diferite sarcini prin introducerea şi oprirea numărului necesar de agregate, corespunzător sarcinii. Se asigură şi reglarea automată a tensiunii şi reglarea puterii reactive a generatorilor pe grup şi distribuţie automată a puterii reactive între grupurile în funcţiune. Manevrele se simplifică printr-un număr suficient de telesemnalizări şi teleco-

menzi. Protecţia prin relee s-a adoptat conform normelor Ministerului Centralelor Electrice al U.R.S.S.

Pentru puterile agregatelor centralei Bratsk ca şi ale altor CHE de mare putere ce urmează să intre în funcţiune se impune simplificarea vechilor scheme de protecţie prin relee, care datorită numărului mare de aparate nu prezintă suficientă siguranţă.

Realizarea centralei Bratsk de pe Angara constituie primul pas pe calea construcţiei „Giganţilor Siberieni" cum au fost numite pe bună dreptate centralele hidroelectrice de pe Angara şi Enisei.

Bibliografie

[1] *Cialidze I. M. Umanski B. S. Kudriavţev K. A. Bratskaia*: Hidroelectrostanţia, Electricestvo, nr. 2/1956.
[2] *Socolov A. A.* : Hidrografia SSSR, Leningrad, 1952.

Ing. **M. P.**

DOCUMENTARE

Energetică generală

Problema combustibililor în Anglia „Usine Nouv"., vol. 11(1955), nr. 10 pag. 22 şi BWK, vol. 8 (1956), nr. 2, pag. 96.

Un raport al PEP (Political and Economic Planning) apreciază că marile sforţări actuale ale Angliei pentru rezolvarea de perspectivă a problemei combustibililor, vor conduce probabil în 20 de ani la excedente importante de carburanţi lichizi. Consumul global de energie al Angliei în 1975 va fi de ordinul 325 mil. t. cărbune convenţional. El va fi acoperit din resurse interne, inclusiv energie nucleară numai în proporţie de circa 250 mil. t. cărbune convenţional, restul urmînd a fi importat sub formă de produse petrolifere. La prelucrarea acestora vor rezulta mari cantităţi excedentare de benzină care nu vor putea fi exportate, întrucît probabil şi celelalte ţări europene se vor găsi într-o situaţie similară; în schimb, ele ar putea fi consumate pe piaţa internă dacă taxele pe benzină se vor reduce şi reţeaua naţională de drumuri va fi corespunzător ameliorată.

Pentru 1985 se apreciază că tot cărbunele ar urma să fie chimizat şi transportat prin conducte sub presiune, direct la uzinele chimice. E 75

i. s.

Proiect de centrală pe lignit în sudul Franţei, „Usine Nouv." vol. 11 (1955) nr. 10 pag. 23.

Lignitul de Beylongue, la 100 km sud de Bordeaux, are o umiditate de 60% şi o putere calorifică inferioară de 1 500 kcal/kg. Zăcămîntul are o grosime medie de 4 m şi se găseşte la o adîncime de 23 m. El ar putea fi exploatat în condiţii economice pentru alimentarea unei centrale termoelectrice, ce ar urma să fie amplasată la Arjuzaux în centrul de greutate al zăcămîntului.

Această centrală cu două grupuri de 50 sau 55 MW, ar consuma anual circa 1 milion tone lignit, ceea ce înseamnă că pe toată durata ei de funcţionare ar necesita numai jumătate din rezervele de lignit ale regiunii.

Preţul de cost al lignitului, în ipoteza unei exploatări la zi după cele mai moderne metode, ar fi de 700 f. f. pe tonă, ceea ce corespunde unui preţ al căldurii de 465 f.f. mil. kcal. Este de remarcat că preţul actual al căldurii din cărbuni superiori sau păcură în centralele E. d. F. este mult mai mare, şi anume de circa 780 f.f/mil kcal. E 76

i. s.

Producerea directă a energiei electrice din cărbune,, Usine Nouv" aprilie 1955.

In U.R.S.S., SUA şi Anglia diverse grupe de cercetători se ocupă cu problema producerii directe, din cărbuni a energiei electrice — deci fără producerea intermediară a aburului.

Randamentul teoretic ar fi în acest caz 80% faţă de randamentul de 35% al celor mai bune centrale termoelectrice. Cărbunele este gazeificat cu vapori de apă într-un generator Cu aceste gaze se alimentează o baterie pentru combustibil gazoşi în care prin arderea la temperaturi reduse a acestor gaze cu oxigenul din aer se produce energia, similar procesului unei baterii obişnuite sau unui acumulator.

Un cercetător, Everett Gorin, al firmei Pittsburg Consolidation Coal a obţinut un patent şi firma susnumită construieşte o astfel de baterie.

Deşi sînt încă multe îmbunătăţiri de făcut se crede (de către specialiştii americani) că în 5 ani astfel de baterii se vor produce în serie ceea ce va revoluţiona economia energetică.

Deşi ar fi unele dezavantaje ca descompunerea rapidă a electrozilor şi faptul că bateria poate furniza numai curent continuu de joasă tensiune se consideră că acestea nu vor avea vre-o influenţă asupra importanţei, respectiv răspîndirii noii invenţii. E 77

s. g.

Progresul lucrărilor centralei atomoelectrice, Calder Hall „Engineer", Londra, vol. 200 (1955), nr. 5209, pag. 766—68.

Se descrie în detaliu stadiul lucrărilor din luna noembrie 1955 la prima mare centrală atomoelectrică în curs de instalare în Anglia, care se găseşte în apropierea marii instalaţi de plutoniu, Windscale.

Prima tranşă A a centralei Calder Hall urmează să livreze energie electrică la finele anului 1956, în timp ce a doua tranşă B la fel de mare, va intra în funcţiune în 1958—59.

In tranşa A reactorul nr. 1 era aproape instalat, în timp ce reactorul nr. 2 este decalat cu 6 luni faţă de primul. Trei din cei patru schimbători de căldură erau instalaţi, iar primul grup turbogenerator din cele patru grupuri de cîte 23 MW era de asemenea gata montat. E 78

i.s

Situaţia problemei folosirii energiei radiaţiei solare, Baum V. A., „Teploenerghetica", nr. 2/1956, pag. 5—12.

In prima parte a articolului se subliniază necesitatea folosirii energiei solare ca important mijloc de economisire a combustibililor.

Sînt descrise direcţiile în care în U.R.S.S. se foloseşte energia solară, economia lor, precum şi condiţiile ce se recomandă pentru exploatare. Aşa de pildă în Aşhabad staţia termică solară asigură în timpul iernii încălzirea unui oraşel cu 17 000 de locuitori iar vara ventilarea şi condiţionarea aerului locuinţelor şi obţinerea gheţii pentru scopuri menajere. Randamentul acestei instalaţii este de 70%. Altă staţie solară cu randamentul de 50% este folosită vara pentru irigaţii, iar iarna pentru încălzirea locuinţelor.

In partea a doua a articolului se trec în revistă realizările în domeniul folosirii energiei solare în străinătate. In India de exemplu se vînd „bucătării solare" echivalente unui reşou electric de 350 W.

In încheiere se indică scopurile practice în care pot fi folosite radiaţiile solare, ca izvor de energie, precum şi perspectivele de dezvoltare. E 79

g. c.

Din raportul de activitate al E.d.F. pe 1953 (Electricité de France, la rapport d'activité 1953), Rezumat publicat în BWK, vol. 8 (1956), nr. 2, pag. 92 după „Usine Nouv",. vol. 10 (1954), nr. 40, pag. 20.

Pentru prima oară în ultimii ani, ritmul creşterii consumului de energie electrică s-a încetinit; creşterea a fost de numai 2% faţă de 1952 (41,541.10^9 kWh faţă de 40,710. 10^9 kWh). Consumul maxim zilnic a fost de 135,3.10^6kWh faţă de 133.10^6 kWh în anul precedent. In timp ce consumul de energie la înaltă tensiune a crescut cu 2%, consumul la joasă tensiune a crescut cu 6%. Pierderile au scăzut de la 12,7% la 11,9%. Deşi energia hidroelectrică a scăzut ceva (21,11.10^9 kWh faţă de 22,41.10^9) la precipitaţii cu 22% mai mici, ea reprezintă totuşi mai mult de jumătate din întregul consum. Energia termoelectrică a crescut de la 18.33.10^9 kWh la 20.421.10^9 kWh.

Planul Monnet de instalare de centrale termoelectrice a fost îndeplinit în 1953 prin intrarea în funcţiune a 220 MW. Dezvoltarea proiectată a resurselor hidroenergetice cuprinde o creştere de 6,5.10^9 kWh/an în punctele : Ron, Rin, Isere Durance precum şi centrala de maree la gura fluviului Rance. Programul dezvoltării energiei termoelectrice cuprinde 26 grupuri de cîte 115 MW şi cîteva instalaţii de turbine de gaze. Pînă în 1960/61 producerea totală trebuie dezvoltată la 70.10^9 kWh. E 80

m. a.

Raportul anual 1953/1954 **al B.E.A.**, (British Electricity Authority). Rezumat în BWK vol. 8 (1956), nr. 2, pag. 93 după „Engineer", vol. 198 (1954), nr. 5149, pag. 460.

Consumul de energie a crescut faţă de anul precedent cu 6,9% fiind de 55,8.10^9 kWh. Numărul abonaţilor a atins cifra de 14 380 000, crescînd cu circa 530 000.

Sînt în funcţiune 228 centrale cu o putere instalată de 18 600 MW, la o putere disponibilă de 16 900 MW. Creşterea netă de putere instalată, în perioada raportată, a fost de 1369 MW, în care se cuprind primele etape a 8 centrale cu o putere proiectată de cîte 415 MW. Intre anii 1954 şi 1959 se vor da în funcţiune 8 600 MW astfel ca puterea să atingă 25500 MW. In timp ce pînă acum turbinele tip instalate erau de 30 MW şi 60 MW se vor instala pînă la 1959 patru unităţi de cîte 100 MW cinci de cîte 120 MW şi una de 200 MW, aceasta la 165 at şi 565°C.

Cu toate instalaţiile noi, 17% din maşini şi 15% din cazane sînt de 25 ani în serviciu.

Deşi preţul cărbunelui la mină a crescut cu 10%, preţul de cost al energiei a putut fi coborît de la 0,5594 la 0,5446 d/kWh.

Vîrful de 16 300 MW din 2 februarie 1954 a trebuit acoperit cu o putere disponibilă de 15 400 MW diferenţa a putut fi preluată prin coborîrea frecvenţei şi tensiunii.

Din reţeaua de foarte înaltă tensiune (supergrid) a fost dată în funcţiune o primă porţiune de 65 km, la 275 kV. Mai sînt în funcţiune 7 500 km linii de 132 kV şi 800 km linii de 66 kV.

A fost creiat un organ pentru studiul utilizării energiei atomice la producerea de energie electrică. Se proiectează construcţia unei centrale atomoelectrice de 60 MW sau mai mult. Se prevede că într-un viitor nu prea îndepărtat centralele atomoelectrice vor putea concura cu centralele termoelectrice folosind cărbuni. E 81

m. a.

Termoenergetică

Realizarea unei instalaţii de gazeificare a cărbunilor sub presiune în Australia, Andrews R. S. şi Brüggemann E. A., „Erdöl u. Kohle", vol. 8 (1955), nr. 10 pag. 703—705.

Greutăţile legate de obţinerea unor cărbuni ieftini şi adecuaţi pentru producerea de gaz artificial prin procedeele obişnuite de degazare în uzinele de gaz, au făcut ca în Australia să se adopte metoda nouă a producerii gazului necesar prin gazeificare sub presiune.

Intr-o instalaţie modernă constînd din 6 generatori lignitul brichetat este gazeificat sub o presiune de 29 ata, în prezenţa oxigenului şi a vaporilor de apă, după procedeul Lurgi. Gazele brute trec printr-un epurator şi sînt apoi răcite într-un cazan recuperator. După îndepărtarea resturilor de substanţe străine într-o instalaţie finală de curăţire, gazele uscate şi odorizate sînt transportate printr-o conductă de 150 km construită pentru 29 ata, pînă la Melbourne.

Debitul total al instalaţiei este de 16 500 Nm^3/h gaz artificial cu o putere calorifică de 4300 kcal/Nm^3 livrate sub 26 ata. Prin varierea presiunii în conductă, aceasta poate fi folosită în parte ca acumulator. E 82.

i. s.

Reconstrucţia arzătoarelor de gaze la cazane de înaltă presiune, Gerşoi I. P. Energetik anul II 1954, caetul 10 pag. 10—11, redat cu observaţii ale redacţiei în „Energietechnik", nr. 9/1955.

Marile cazane moderne nu permit efectuarea probelor pe model pentru agregatele lor auxiliare. Punerea la punct şi încercarea acestora se efectuează odată cu punerea în funcţiune a cazanului. Cu această ocazie apar deseori temperaturi anormale la supraîncălzitori cauzate de : suprafeţele de încălzire care sînt perfect curate şi dezvoltarea necorespunzătoare a flăcării în focar. In mod curent în R.D.G. situaţia se remediază prin reducerea suprafeţii supraîncălzitorului.

In articolul din Energetik se indică o cale de remediere adoptată în U.R.S.S. şi anume prin reconstrucţia arzătoarelor şi modificarea flăcării în focar, cale mai raţională şi care nu reduce în timp performanţele cazanului.

Cazanul în cauză a fost de tipul T.P. 170—1 pentru un debit de 170 t/h construit pentru arderea de gaze naturale şi cărbune, este dotat cu 6 arzătoare laterale de cărbune şi 3 arzătoare frontale de gaze, situate la 2 600 mm deasupra nivelului de cărbune. Arzătoarele de gaze sînt compuse din 3 secţiuni. La prima probă de ardere cu gaze temperatura nominală de 500°C a fost atinsă încă la debitul de 30 t/h cu opt secţiuni de arzător în funcţiune, avînd ca urmare o radiaţie insuficientă în focar. Arzătoarele s-au modificat prin coborîrea cu 2 600 mm şi de asemenea s-a reconstruit conducta de aer secundar în scopul îmbunătăţirii amestecului de gaze şi aer. Direcţia curentului de aer îndreptat către baza flăcării a realizat o turbionare mai bună. Viteza de ieşire a gazelor a fost aleasă 40 m/s iar a aerului 33—35 m/s, ca rezultat temperatura aburului supraîncălzit nu a depăşit 500°C la un debit de 140 t/h şi temperatura apei de alimentare 100°C. Flacăra este dreaptă, luminoasă, transparentă, şi cu capătul curat. Temperatura în centrul focarului atinge 1 400 °C iar centrul flăcării se găseşte la 4,5 pînă la 5 m deasupra axului arzătoarelor. Incărcarea focarului este 120 × 10^3 kcal/m^3h, excesul de aer după supraîncălzitor 1,15—1,20 iar variaţiile de temparatură în supraîncălzitor 25—30°C.

In articol sînt redate două desene ale arzătoarelor modificate. E 83

c. m.

Focare pentru bagasa, Michel F.: BWK, vol. 7 (1955), nr. 3, pag. 102—107.

In ţările care cultivă trestia de zahăr, aproximativ între 30° latitudine nordică şi 30° latitudine sudică, bagasa (materia reziduală după prelucrarea prin presare a trestiei), este utilizată aproape exclusiv pentru producerea căldurii şi energiei electrice necesare industriei zahărului.

Ca aspect, bagasa seamănă cu un amestec umed de rumeguş şi talaj din lemn de culoare deschisă, conţinînd şi bucăţi fibroase, lungi de 20 cm, de circa 1—1,5 cm grosime.

Conţinutul de apă se situează între 45—55% coborînd puterea calorifică inferioară la 1 800 kcal/kg. Conţinutul de volatile este de 80% greutatea volumetrică 100 kg/m^3.

Focarele utilizate pentru arderea bagasei ţin seama de proprietăţile ei specifice : umiditate ridicată şi conţinut mare de materii volatile.

Pe lîngă focarele cu încărcare manuală, avînd astăzi încă cea mai largă utilizare şi concepute ca focare cu grătar plan, focare cu grătar în trepte sau focare fără grătar (Kook şi Ward) se utilizează şi focare cu aerul suflat deasupra stratului

de combustibil, focare cu încărcare prin aruncare (mecanică) şi focare cu ardere în suspensie.

In ultima vreme, bagasa nu constituie numai un rezid care trebuie ars, ci începe să fie valorificată mai ales în industria hîrtiei.

Pe lîngă producerea de hîrtie pentru saci, carton şi plăci izolatoare se încearcă utilizarea bagasei pentru producerea hîrtiei de ziare. E 84

m. a.

Focare pentru turbă, BWK, vol. 6 (1954), nr. 11 pag. 448/9.

In simpozionul internaţional,asupra turbei, ţinut la Dublin în iulie 1954, s-au prezentat cinci referate privind arderea turbei în focare mari.

1. *Arderea turbei în stare naturală*, P. Cooney din Dublin prezintă un referat asupra două centrale electrice noi din Irlanda, una de 3o MW şi cealaltă de 40 MW, în care se arde turbă în stare naturală pe grătare mobile. Cazanele de abur au un debit de 55—70 t/h, la 30 at şi 440°C supraîncălzire. Se fac expuneri mai amănunţite asupra conţinutului de balast ca şi asupra influenţei umidităţii asupra necesităţii schimbării antefocarului şi asupra manevrării manuale a zonelor şi a aerului secundar. Se tratează de asemenea problema coroziunii. Consumurile specifice ale centralei se clasează în deosebi în jurul lui 4 000 kcal/kWh produs şi variază puţin cu conţinutul de umiditate al turbei luat ca valoare medie în mijlocul anului.

2. *Arderea turbei frezate* R. A. Scherman, din Ohio, tratează proprietăţile turbei frezate de două calităţi diferite : fibroasă şi grăunţoasă. Greutatea specifică a acesteia variază între 190 pînă la 320 kg/m³, în opoziţie cu tuba naturală care are 320 pînă la 425 kg/m³. Umiditatea turbei frezate variază între 45—60%. Se expune o metodă pentru determinarea proprietăţilor de ardere.

După cc s-a stabilit, că grătarele mişcătoare chiar la focarele cu turbă naturală sînt indicate numai pentru puteri limitate ale cazanelor, s-au făcut probe pentru două soluţii diferite de ardere a turbei frezate. Pentru cazanele de abur mici este indicat focarul cu aruncare, pentru cele mai mari vin în considerare numai soluţiile cu ardere sub formă de praf.

Pentru o instalaţie din Irlanda (Ferbane) au fost alese în principiu focare cu mori de tipul morilor cu ciocane. Se referă aici asupra trei cazane de abur de 90—100 t/h, 37 ata şi 435°C.

3. *Insemnătatea turbei pentru producerea aburului* O. Swietochowski din Köln. Pentru cazanele de abur montate în Irlanda, apare ca fiind cele mai indicate morile cu ciocane, întrucît au efectul de ventilaţie optim. Fineţea produselor măcinate nu trebuie să fie exagerată. In deosebi, sitele trebuie să lase să treacă materiale fibroase deoarece arderea fibrelor nu aduce nici o greutate în focarele deajuns de înalte.

Se expun apoi şi alte metode de înobilare a turbei. Pentru arderea turbei naturale sfărîmate în instalaţii de încălzire mici, s-a dovedit a fi indicat un arzător cu duze. Rămîne să se probeze dacă astfel de ardere cu ciclon poate fi aplicată pentru turba frezată şi în special pentru gazeificarea turbei.

4. *Turba drept combustibil pentru centrale în Irlanda.* G. Radotee, din Oberhausen. La realizările de cazane irlandeze se poate trage folos din experienţele de măcinare a cărbunelui brun, deoarece compoziţia cărbunelui brun este puţin diferită de cea a turbei. Se expune o încercare reuşită pe scară mare cu turbă într-o centrală cu cărbune brun. S-a hotărît asupra unor mori H.G.S., prezentîndu-se una la care a fost dezvoltată în mod corespunzător antecamera prin legarea împreună a unui ventilator. Deosebit de importantă este prezentarea problemelor expuse şi rezolvările lor în soluţiile de înmagazinare în buncăre şi de ardere a turbei frezate.

5. *Cazane de abur pentru turbă măcinată* de O. Engler şi R. Mutke, din Düsseldorf. La încercările făcute cu morile indicate pentru turba frezată, s-a constatat că din punct de vedere al puterii de antrenare a morii, este mai avantajos principiul de frecare decît cel de lovire. Cu toate acestea, la centrala din Irlanda la Ferbane au fost alese mori cu ciocane din cauza efectului de ventilaţie mai favorabil. Se prezintă apoi date mai exacte asupra influenţei măcinării, asupra puterii morii la diferite grade de umiditate, asupra influenţei conţinutului de umiditate, asupra volumelor gazelor de ardere, asupra temperaturii de ardere şi a randamentului cazanului, ca şi asupra influenţei vitezei de lovire. Se arată apoi influenţa umidităţii turbei asupra randamentului cazanului. Acest raport este completat cu o expunere asupra fineţei de măcinare şi asupra pericolului de explozie. E 85

i. b.

Despre utilizarea cazanelor de abur, Houghton T. E. şi Norchebel G., „Archiv für Energiewirtschaft", nr.12 (1955), „Steam Engineer", vol. XXIV, oct. (1954) pag. 6—8.

Pentru aprecierea timpului de folosire posibil al instalaţiilor centralelor termoelectrice, factor tot atît de important ca şi randamentul, sînt analizate în articol patru factori referitori la instalaţia de cazane şi anume :

Disponibilitatea netă în procente reprezintă raportul dintre orele în care poate fi folosit cazanul H şi perioada de timp T între revizii (inclusiv durata reviziei).

Perioada T este indicată pentru Anglia :
10 000—13 000 ore (14—18 luni) la centrale moderne de bază sau 8 000—10 000 ore (12 luni) la centralele cu revizie anuală (vara). In S.U.A. perioada T este de obicei 12 luni.

Disponibilitatea netă indică utilizarea cazanului pentru centrală.

Disponibilitatea brută este definită ca raportul între orele în care poate fi folosit cazanul şi timpul între revizii, exclusiv durata reviziei. Acest factor este comparabil pentru toate cazanele independent de perioadele programate între revizii şi pune în evidenţă influenţa avariilor indicînd calitatea cazanului.

Factorul de utilizare este definit ca raportul între timpul cît cazanul a fost în funcţiune şi perioada de timp considerată. La cazane cu funcţionare continuă, valoarea aceasta coincide cu disponibilitatea netă.

Factorul de încărcare reprezintă raportul între cantitatea de abur livrată de cazan şi cantitatea de abur livrabilă la debitul maxim continuu pe aceiaşi perioadă. Factorul de încărcare luat pe perioade mari, la cazane funcţionînd în regim de bază este în funcţie de tipul de cazan şi de starea lui şi pentru unităţi noi se poate asimila cu valorile statistice la unităţile similare în funcţiune.

La sfîrşitul articolului sînt date diagramele de variaţie a acestor 4 factori în perioada dintre anii 1947—1952 pentru patru centrale industriale din Anglia.

Reţinem pentru exemplul B, o centrală cu condensaţie şi contrapresiune, cu cărbune pulverizat, 8 cazane de 98 t/h $p = 58$ at, $t = 450$°C anul instalării 1929 următoarele valori :

— disponibilitate brută — 93 ... 97%;
— disponibilitate netă şi factor de utilizare 86 — 90%;
— factor de încărcare 73 — 80%;
— număr de cazane anual în revizie 1 an 4 cazane, 3 ani 5 cazane, 2 ani 6 cazane. E 86

c. m.

Influenţa vitezei apei asupra coeficientului de transmitere a căldurii în ţevi fierbătoare, Bogdaroff F. F. Com. Academiei de Ştiinţe U.R.S.S. Secţia Ştiinţe Tehnice nr. 5 din 1955.

Această lucrare continuă cele anterioare ale autorului pentru determinarea coeficientului de transmitere a căldurii pentru cazul fierberii apei distilate în ţevi înclinate. Determinarea influenţei vitezii de circulaţie în ţeavă asupra coeficientului de transmitere a căldurii s-a făcut cu instalaţia experimentală care a folosit şi pentru cercetarea legăturii între presiune şi acest coeficient.

Printr-o diagramă pot fi redate valorile lui α kcal/m²h°C în ţeavă în funcţie de viteza de circulaţie W m/s pentru încărcări termice de $q = 80\,000$ pînă la 200 000 kcal/m²h şi presiuni de $p = 40$ pînă la 120 ata.

Pentru reprezentarea transmisiei de căldură în formă adimensională se fac următoarele consideraţiuni : înlăturarea stratului limită prin formarea bulelor de vapori pe sistemul fierbător este mai eficace decît înlăturarea stratului limită prin componenţa vitezei curentului. Viteza curentului influenţează însă suplimentar turbulenţa stratului limită, ceea ce are ca urmare creşterea transportului de mase. Creşterea turbulenţei este cu atît mai eficientă, cu cît viteza de circulaţie a fluidului este mai mare. Această influenţă poate fi luată în consideraţie, după părerea autorului, prin introducerea factorului $\frac{W}{W'}$ în care W este viteza liniară de circulaţie

a apei din țeavă iar W' viteza liniară critică, care corespunde trecerii din regim laminar la regim turbulant.

Intr-o diagramă este redată variația coeficientului de transmitere a căldurii în țeavă în funcție de $\frac{W}{W'}$. Sub formă adimensională există relația:

$$Nu = 0{,}125\ Re^{0,7}\ Pr^{0,35} \left(\frac{p}{p'}\right)^{0,79} \left(\frac{W}{W'}\right)^{0,1}$$

pentru care sînt valabile cifrele lui Nusselt și Reynolds pentru starea de fierbere a fluidului și anume:

$$Nu = \frac{\alpha}{\lambda}\left(\frac{\sigma}{\gamma'-\gamma''}\right)^{0,5} \text{ și } Re = \frac{q}{r\gamma''\nu}\left(\frac{\sigma}{\gamma'-\gamma''}\right)^{0,5}$$

unde:

γ' și γ'' sînt greutățile specifice ale aburului în kg/m³;
r — căldura de vaporizare în kcal/kg;
λ — conductibilitatea termică (coeficientul de conducție al căldurii kcal/mh°C;
σ — viscozitatea cinematică a fluidului în m/s;
ν — tensiunea superficială a fluiului în kg/m²;
$q/r\gamma''$ — viteza fazei de abur în stratul limită m/s;
$[\sigma/(\gamma'-\gamma'')]^{05}$ — lungimea determinată în m, care este proporțională cu diametrul de rupere (smulgere) a bulei de abur. E 87

n. p.

Avarii la cazane de abur, Meikler M. A. Energetik (1956), nr. 3, pag. 6.

Nu numai slaba calitate a conductelor și țevilor cazanelor de abur duce la avarii în centralele termoelectrice ci în mare măsură și nerespectarea normelor tehnice de exploatare și pentru organizarea șantierelor.

In articol sînt descrise două cazuri care după primele apariențe puteau fi atribuite calității slabe a materialului dar care analizate amănunțit au condus la concluzia că:

— țevile ecranului cazanului de abur s-au avariat datorită scăderii nivelului de apă din tambur și

— la serpentinele supraîncălzitorului de abur au apărut fisuri în zona îndoiturilor unde în timpul iernii, cît au stat pe șantier direct pe pămînt, țevile au corodat. E 88

g. c.

Compariția între o locomotivă cu turbină cu gaze și o locomotivă cu abur, Poultrey E. C., B.W.K., nr. 11(1954), pag. 453.

S-au făcut măsurători la prima locomotivă cu turbină cu gaze engleză, de construcție B.B.C. pentru a se determina caracteristicile economice și de putere. Rezultatele obținute au fost comparate cu cele găsite în 1948, cînd pe același traseu s-au făcut probele unei locomotive cu abur cu o putere de tracțiune la cîrlig cu puțin mai mică, ceea ce face ca ambele rezultate să fie comparabile.

Locomotiva cu turbină cu gaze are o greutate totală de 121 t și o greutate utilă pe axele motoare de 82,9 t. La aceste valori, turbina cu gaze livrează la cupla sa o putere utilă de 2500 CP, antrenînd un generator de curent continuu, ce produce o putere de durată de 2 340 A × 675 V la turația maximă de 875 rot/min. Randamentul total al instalației de turbină cu gaze a locomotivei, variază cu sarcina: circa 6% la 200 kW; 8,2% la 400 kW; 9,3% la 600 kW; 10,4% la 800 kW; 11,3% la 1000 kW; 11,9% la 1200 kW și 12,5% la 1 500 kW.

Randamentul total al locomotivei raportat la puterea de tracțiune la cîrlig este afectat de randamentele motoarelor de mers și a angrenajelor de roți ca și de pierderile de putere de transport. Din acest motiv, cu toate că la încercările făcute randamentul turbinei cu gaze este de circa 12% la generator, randamentul total al locomotivei este sub 7%.

Randamentul locomotivei cu abur, la încercările făcute în 1948 pe același traseu, a fost în medie de 5%. Deci, randamentul total al locomotivei cu turbină cu gaze este mai mare cu 35% decît cel al locomotivei cu abur. Se urmărește în prezent, din cauză că prețul păcurii este mai ridicat decît cel al cărbunelui, să se realizeze locomotive cu turbine cu gaze, folosind cărbune, cu randamente tot atît de bune.

In tabelele următoare se dau rezultatele probelor făcute cu locomotivele cu turbine cu gaze și cele cu abur.

Tabela 1

Rezultatele măsurătorilor făcute la o locomotivă cu turbină cu gaze, în Anglia

	Călătoria 1	Călătoria 2	Călătoria 3
Porțiunea parcursă, km	362,4	362,4	362,4
Parcurs cu tracțiune, km	293,4	304,8	298,6
Putere transformată fără greutatea locomotivei, t.km	1.275.000	1.275.000	1.347.000
Timpul efectiv de mers, min.	252,3	251,3	269,0
Timpul de mers cu opriri, min	265,5	264,4	296,3
Viteza de mers medie, km/h	86,2	86,5	80,8
Lucrul mediu la cîrligul de tracțiune, CPh	2.555	2.863	2658
Puterea medie la cîrligul de tracțiune CP	730,3	842,1	747,2
Consumul total de păcură, kg/min.	11,2	12,15	12,05
Consumul specific de păcură, kg/CPh	0,92	0,865	0,97
Consumul specific de căldură, kcal/CPh	9.227	8.929	10.053
Randamentul total, %	6,8	7,1	6,3

Tabela 2

Rezultatele măsurătorilor făcute la călătoria cu tracțiune cu o locomotivă cu abur

	Călătoria 1	Călătoria 2	Călătoria 3	Călătoria 4
Porțiunea parcursă, km	362,4	362,4	363,4	363,4
Timpul de mers, min	282,4	288,9	287,0	282,6
Viteza de mers medie, km/h	77,0	75,2	77,8	77,2
Puterea medie la cîrligul de tracțiune, CP	608,3	628,7	618,5	613,4
Consumul de cărbune specific, kg/CPh	1,71	1,65	1,64	1,73
Consumul de căldură specific, kcal/CPh	13.075	12.277	12.278	13.223
Randamentul total, %	4.85	5,16	5,16	4,80

E 89 *i. b.*

Folosirea căldurii în ciclu regenerativ la preîncălzirea combustibilului și a aerului cu abur parțial destins.

Andriusenco A. I. „Teploenergetica", nr. 3/1956, pag. 47—49.

Analog ciclului regenerativ prin preîncălzirea apei de alimentare cu abur din prizele turbinelor la centralele termoelectrice, recent s-a încercat preîncălzirea similară a aerului necesar procesului de ardere.

In articol se menționează că pe lîngă faptul că se obține o economie de combustibil de 1,5—2% și se micșorează consumurile proprii la centrală, se preîntîmpină condensarea aburilor din gazele de ardere și deci formarea acizilor pe pereții preîncălzitorului de aer.

Importante economii se pot obține și preîncălzind combustibilul cu abur de joasă presiune de la prizele turbinelor, în special în cazul arderii combustibililor gazoși inferiori cum ar fi gazele de furnal sau gazele obținute prin gazeificarea subterană a cărbunelui.

Se menționează că limitele temperaturilor preîncălzirii aerului și combustibilului nu se deosebesc pentru CTE sau CET.

In încheiere se recomandă aplicarea acestei metode de folosire în ciclu regenerativ a căldurii, atît la centralele ce se construiesc din nou cît și la cele existente, deoarece nu necesită schimbări în sala cazanelor mari și care se amortizează în cîteva luni. E. 90

g. c.

Perspectivele folosirii pompelor de căldură în instalațiile centralelor termice, Kareaghin N. P., „Teploenerghetica", nr. 3/1956, pag. 49—54.

Gazele de ardere de la cazanele centralelor termice constituie un important izvor de căldură de potențial redus ce poate fi recuperată.

Autorul descrie metoda și schema de instalație a pompelor de căldură în instalațiile centralelor termice locale. Comparînd trei mijloace de obținere a căldurii: pompa de căldură la centrala termică, centrala termică, și încălzirea electrică, autorul stabilește pe bază de calcule zona aproximativă a folosirii economice a pompei de căldură. Agentul termic utilizat în circuitul pompei de căldură este freonul căruia gazele de ardere îi cedează căldura printr-un economizor cu țevi din eternit montat în serie cu economizorul obișnuit. Deosebit de interesantă este următoarea schemă propusă de autor: gazele de ardere părăsind economizorul obișnuit sînt îndreptate într-un scrubber (epurator de gaze cu apă) din cărămidă; apa încălzindu-se prin simplă scăldare cu gazele trece printr-un filtru, de unde în continuare, pompată, trece prin vaporizator și așa mai departe.

Al doilea circuit este cel normal al pompei de căldură. Pe lîngă economia de combustibil obținută cu ajutorul acestei scheme, gazele de ardere părăsesc centrala termică foarte curate — condiție necesară și importantă în cazul cînd centrala termică este sitută în zone populate. E 91

g. c.

Un grup turbogenerator de 150 MW instalat în Europa Viedemann E. Hummel P. și Weier H Revue., BBC, vol. 42 (1955), nr, 9 pag. 335—346.

Acest nou grup de 150 MW a intrat în funcțiune în centrala Weisweriler din Essen Germania, la începutul anului 1955. Grupul face parte dintr-o centrală de 350 MW care va fi echipată cu două grupuri de 100 MW. Grupurile de 100 MW vor fi alimentate de către două cazane cu circulație naturală de 200 t/h iar grupul de 150 MW de două cazane cu circulație forțată de 300 t/h. Parametrii aburului la intrarea în turbină sînt de 111 ata și 535°C. Aburul iese din turbină la 0,055 ata iar apa de alimentare intră în cazan la 213°C fiind preîncălzită într-un circuit regenerativ cu 6 trepte.

Turbina are o putere de 150 MW în trei corpuri ultimul cu dublu flux.

Generatorul are o putere aparentă de 187,5 MVA la tensiunea de 10,5 ± 5% kV cos φ = 0,8.

Generatorul este răcit cu hidrogen de 2 kg/cm². Generatorul debitează în rețeaua de 220 kV printr-un transformator de 200 MVA 10,5/245 kV cu 18 prize de tensiune care permit un reglaj de ± 11%.

In articol sînt redate detalii asupra circuitului termic, turbinei și generatorului și excitatricei de 530 kW, 320 V și 1660 A.

In încheiere se arată că vor mai fi construite încă două grupuri de aceeași putere care să aibă rotorul generatorului la fel pentru a fi ținut un singur rotor de rezervă la cele trei grupuri. E 92

n. p.

Disponibilitatea cazanelor și turbinelor de înaltă presiune BWK vol. 7 nr. 2 (1955) pag. 91—92.

Institutul Edison-electric a făcut în anii 1950 — 1952 cercetări statistice asupra timpului de exploatare și oprire ale turbinelor și ale cazanelor de înaltă presiune. Rezultatele sînt arătate în tabela 1 și 2. Cercetarea a cuprins 530

Tabela 1

	%			
	49 – 70at	70—95at	>95 at	în medie
1. Opriri neprevăzute	**1,36**	**1,78**	**1,59**	**1,52**
a) datorite turbinei	0,87	1,10	0,58	0,92
b) datorite altor cauze	0,49	0,68	1,01	0,60
2. Opriri planificate	**5,45**	**5.85**	**8,94**	**5,87**
a) reparații săptămînale datorite turbinei	0,53	0,67	1,64	0,67
b) reparații capitale turbină	4,13	4,38	5,46	4,32
c) reparația altor părți de instalații	0,79	0,80	1,84	0,88
3. Turbina oprită în rezervă rece	**1,56**	**1,23**	**0,68**	**1,38**
4. Timp de funcționare	**91,63**	**91,14**	**88,79**	**91,23**
Total	100	100	100	100

turbine cu presiune de la 49—70 at, 286 turbine cu presiune de la 70—95 at, și 77 unități cu presiuni peste 95 at. Numărul cazanelor corespunzătoare cercetate a fost 654; 372; 194; La punctul 1 al tabelei 1, opririle neprevăzute reprezintă avarii care necesită oprire imediată a unității în timpul orelor de încărcare mare (pentru SUA între orele 7—22).

Dacă reparația a putut fi amînată la sfîrșitul săptămînii oprirea a fost trecută la rubrica oprire planificată. La cazane s-a făcut o deosebire între oprirea totală și oprirea parțială, cînd din cauza unui defect la o moară, la un ventilator sau la o altă instalație, debitul cazanului a fost redus la minimum 2/3 din debitul normal. Prin oprire pentru reparație se înțelege oprirea unității pentru reparația capitală anuală. Din această statistică s-a dedus tabela 3 pentru disponibilitatea turbinelor și cazanelor. Disponibilitatea rezultă din suma orelor de funcționare și a orelor de oprire în care turbina și cazanul sînt totuși disponibile, nefiind însă folosite din motive de gol de sarcină. Disponibilitatea

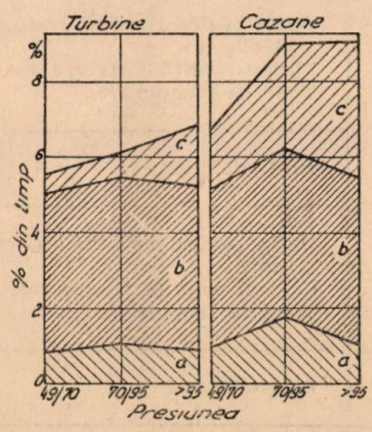


Fig. 1. Diagrama opririlor neprevăzute și a reviziilor planificate la turbine și cazane;

a — opriri neprevăzute; *b* — reparații anuale planificate; *c* — reparații săptămînale.

scade cu creșterea presiunii. Turbinele au arătat o funcționare cu 1—3% mai sigură decît funcționarea cazanelor. Diferența de disponibilitate între turbine și cazane apare mare în special în domeniul 70—95 at, unde are valoarea

92,4 % pentru turbine şi 89,8 %pentru cazane. Cifra de disponibilitate nu dă totuşi o imagine clară asupra timpului de oprire al unităţii, datorit altor părţi din instalaţie şi din această cauză în fig. 1 s-au trasat pe diagramă numai opririle datorite efectiv turbinei şi cazanului.

ritatea reparaţiilor deplasîndu-se la sfîrşitul săptămînii. Durata şi numărul opririlor neprevăzute este arătat în tabela 4 în care pentru a se putea face comparaţia, cifrele sînt calculate pentru 1000 cazane şi 1000 turbine.

Şi din această tabelă rezultă că numărul cel mai mare de

Tabela 2

	%							
	40—70 at		70—95 at		> 95 at		în medie	
	total	parţial	total	parţial	total	parţial	total	parţial
1. Opriri neprevăzute	**0,88**	**0,34**	**1,54**	**0,66**	**1,01**	**0,43**	**1,10**	**0,45**
a) datorită cazanului	0,63	0,32	1,15	0,64	0,66	0,42	0,79	0,43
b) „ altor cauze	0,25	0,02	0,39	0,02	0,35	0,01	0,31	0,02
2. Opriri planificate	**6,60**	**0,16**	**7,71**	**0,31**	**9,18**	**0,08**	**7,35**	**0,20**
a) reparaţii săptămînale la cazane	1,46	0,13	2,54	0,28	3,51	0,08	2,11	0,17
b) opriri săptămînale din alte cauze	0,41	0,01	0,44	0,02	0,69	—	0,47	0,01
c) reparaţii capitale cazan	4,18	—	4,45	—	4,41	—	4,30	—
d) opriri pt. reparaţia altor părţi de instalaţii	0,55	0,02	0,28	0,01	0,57	—	0,47	0,02
3. Cazanul oprit în rezervă rece	**1,18**	—	**2,35**	—	**1,27**	—	**1,55**	—
4. Timp de funcţionare	**90,84**	—	**87,43**	—	**88,03**	—	**89,35**	—
Total	100		100		100		100	

Tabela 3

Partea din instalaţie	Timp de mers sau opriri	% Pentru presiuni			
		49—70 at	70—95 at	> 95 at	în medie
Turbine	Opriri pentru reparaţii accidentale sau planificate	6,81	7,63	10,53	7,39
	Turbina oprită în rezervă rece	1,56	1,23	0,68	1,38
	Timp de funcţionare	91,63	91,14	88,79	91,23
	Disponibilitate	93,19	92,37	89,47	92,61
Cazane	Opriri pentru reparaţii accidentale sau planificate	7,98	10,22	10,70	9,10
	Cazanul oprit în rezervă rece	1,18	2,35	1,27	1,55
	Timp de funcţionare	90,84	87,43	88,03	89,35
	Disponibilitate	92,02	89,78	89,30	90,90

Din diagramă rezultă că la exploatarea cazanelor există un timp mai mare de reparaţii de sfîrşit de săptămînă. Opririle neprevăzute sînt ceva mai numeroase la cazane în domeniul presiunilor mijlocii 70—95 at. Cauza poate să fie şi în felul exploatărilor pe care le-a cercetat statistica. Despre felul acestor exploatări nu se vorbeşte în statistică. La presiuni mai mari opririle neprevăzute se reduc, majo-

opriri are loc la unităţile cu presiune mijlocie. Din comparaţia turbinelor şi cazanelor se vede că numărul opririlor la cazane este mai mare, în schimb durata opririlor este mai redusă. Numărul zilelor cu defecte la turbine este mai mic decît numărul zilelor cu defecte la cazane, în special la presiuni mari. Conform acestui tabel trebuie să se presupună anual 2—4 zile de defecte neprevăzute la turbine de

Tabela 4

Zile de oprire datorite defectelor	Număr de defecte					
	Turbine cu presiune			Cazane cu presiune		
	49—70 at	70—95 at	> 95 at	40—70 at	70—95 at	> 95 at
1	394	440	312	610	1 270	900
2	131	190	78	314	572	400
3	49	80	51	116	218	103
4	23	17,5	26	60	116	72
5	11	0	26	35	78	46
6	4	3,5	39	16	24	28
7	5,7	7	0	7,7	2,7	23
8	1,9	10,5	0	5,3	9,4	5,2
9	1,9	7	0	3,1	8	0
10	1,9	7	0	4,6	16	0
11/15+	1,5	2,1	0	2,6	5,1	5,7
16/25+	1,1	1,7	1,3	0,7	0,7	1,3
26/50+	0,4	1,1	0	0,9	0,3	0,6
51/100+	0,2	0,28	0,26	0,6	0,05	1
100	(5,7)++	0	0	0	0	0
Numărul de defecte	666	832	558	1192	2360	1603
Durata medie a defectului (în zile)	4,74	4,90	3,72	2,37	2,24	2,04
Suma zilelor de defect	3150	4070	2080	2840	5300	3260

\+ valori medii

++ total

înaltă presiune, şi 3—5 zile la cazane, ceea ce denotă siguranţa mare de funcţionare a centralelor moderne. Cifrele statistice precise de disponibilitate au mare valoare, în Proiectare din care cauză este de dorit ca statistici similare să se efectueze şi în alte ţări. E 93.

c. m.

Răcirea cu hidrogen permite scăderea pierderilor în exploatare pentru puteri aparente mai mari ca 40 000 kVA. Acest sistem de răcire va fi adoptat la construcţia generatorilor bipolari de 300 000 kVA. Creşterea randamentului astfel obţinută recuperează rapid cheltuielile necesare instalaţiilor de reglaj şi siguranţă în exploatare. E 95

n. p.

Electroenergetica

Producerea energiei electrice şi transportul la tensiune înaltă Böcker H. ETZ 11 septembrie (1954) vol. 75 pag. 595—598.

Autorul studiază evoluţia tehnicii în ceea ce priveşte producerea energiei electrice şi transportul ei la tensiune înaltă.

In centralele termoelectrice există tendinţa să crească puterea unitară a grupurilor turbogeneratoare. In S.U.A., se construiesc turbogeneratori de 200 000 kW şi în Germania un turbogenerator de 150 000 kW este deja în funcţiune. In centralele hidroelectrice se întîlnesc grupuri de 100 000 kW. Reţelele de transport de energie la 250 kV se dezvoltă în numeroase ţări; în Suedia o reţea de 380 kV este în funcţiune în U.S.A şi în Canada se întreprinde construirea de reţele regionale la 300 sau 350 kV. Sînt date detalii asupra condiţiilor de exploatare ale reţelelor. Se arată de asemenea avantajele economice şi inconvenientele tehnice ale transportului de energie în curent continuu la tensiune foarte înaltă. E 94

n. p.

Turbogeneratorii răciţi cu hidrogen, Modlinger R. ETZ 11 august (1954) vol 75 (ediţia A) pag. 520—526.

După ce a arătat noile forme ale carcaselor generatorilor răciţi cu hidrogen, autorul descrie dispotitivele de etanşare prevăzute la trecerea arborilor. Sînt date de asemenea detalii referitoare la instalaţiile de reglaj şi de siguranţă, referitoare la hidrogen şi uleiul de etanşare precum şi asupra umplerii circuitului cu hidrogen.

Pentru un generator de 50 000 kVA consumul de hidrogen este de 2—2,5 m^3/zi.

Dispozitive de protecţie şi reglaj automat pentru grupul de 150 MW din centrala Weisweiler Blendinger W. Revue BBC vol. 42 (1955) nr. 9 pag. 347—348.

Autorul arată că grupul de 150 MW din centrala Weisweiler va fi echipat cu:

— protecţie de curent maximal;
— protecţie diferenţială — numai pentru generator;
— protecţie diferenţială a blocului generator transformator principal şi transformatori auxiliari;
— protecţia contra defectelor între spirele statorului;
— protecţie contra defectelor de punere la pămînt a blocului generator-transformator;
— protecţie de supratensiune;
— protecţie de întoarcere de energie pentru a evita rotirea turbinei de generator funcţionînd ca motor sincron;
— protecţie contra încărcărilor disimetrice;
— indicator de defecte de punere la pămînt în rotor;
— desexcitare rapidă după metoda inversiunii polarităţii;
— protecţia barelor prin relee de impedanţă.

Blocul de protecţie este prezăzut cu o instalaţie de verificarea funcţionării.

Dispozitivele de reglaj prevăzute sînt:

— un regulator de tensiune pentru mare putere cu acţiune rapidă de tipul KC Brown — Boveri.
— instalaţia de desexcitare rapidă prin procedeul inversiunii polarităţii.

In încheiere se arată că regulatorul de tensiune reglează şi puterea reactivă între grupuri iar instalaţia de desexcilare rapidă asigură dispariţia completă a tensiunii în aproximativ 4,5 s. Este redată o schemă principială a instalaţiei de desexcitare rapidă. E 96

n. p.

Dezvoltarea tehnică a transportului de energie electrică, RGE vol. 63 (1956), pag. 371 şi „Elektrizitätswirtschaft" (1955), nr. 4, pag. 86.

Intr-o conferinţă ţinută cu ocazia sărbătoririi a 60 de ani de existenţă a Şcolii superioare de electricitate din Paris P. Ailleret a vorbit despre evoluţia transportului de energie electrică în trecut şi viitor.

Faptul că folosirea practică a tensiunii de 220 kV nu a început decît în 1930, nu se datoreşte unei imposibilităţi de construcţie a instalaţiilor corespunzătoare, care ar fi fost realizabile şi cu 10 ani mai înainte, ci numai situaţiei că pentru puterile de transportat şi distanţele respective tensiunea cea mai economică pînă atunci era de ordinul a 100 kV.

Cu creşterea puterii unitare a grupurilor numărul centralelor termoelectrice a scăzut în trecut. Această concentrare s-a oprit între timp din cauza că mărirea puterii unitare a grupurilor a fost depăşită de creşterea continuă a densităţii consumului. Ca urmare, numărul centralelor va creşte iarăşi relativ, iar distanţele de transport vor scade. In acelaşi sens are loc şi dezvoltarea alimentării din centrale hidroelectrice, a căror amenajare este limitată de condiţii naturale şi a căror rază de acţiune scade pe măsura creşterii densităţii de consum.

Deşi foarte des întîlnită, este o eroare a se crede că tensiunile economice sînt determinate în special de distanţele de transport. Determinante sînt mai degrabă puterile de transportat; ori acestea ar trebui să crească cam în acelaşi ritm ca şi consumul.

In trecut, contribuţia ridicării tensiunii la mărirea capacităţii de transport a fost mai mare decît a intensităţii curentului. In viitor este însă probabilă o egalare a aportului fiecăruia din aceşti doi factori, ceea ce înseamnă o mărire a secţiunii conductorilor, a intensităţilor nominale a întreruptorilor etc.

Costul transportului energiei electrice scade continuu, atît din cauza scăderii investiţiei specifice datorite creşterii puterii instalaţiilor cît şi din cauza progresului tehnic. Totuşi comparaţia economică între transportul energiei electrice şi transportul combustibililor, va înclina în favoarea ultimei alternative. Aceasta deoarece pe de o parte, cantitatea de combustibili de transportat pentru producerea unei anumite cantităţi de energie electrică scade în urma creşterii randamentului termic al centralelor, iar pe de alta costul transportului pe tonă are o tendinţă de scădere, mai accentuată la petrol care se transportă pe conducte.

Totuşi, transportul energiei electrice îşi va continua progresul. In ce măsură, aceasta se va putea judeca la viitoarea sărbătorire a centenarului Şcolii. B 97

i. s.

Despre „introducerea tensiunii înalte în mijlocul consumatorilor" la electrificarea agriculturii, K e d r i n V. M. „Electriceschie stanţii", nr. 12/1955.

Se arată că în perioada actuală în U.R.S.S. se proiectează un mare număr de staţii 35/10 kV cu o putere de circa 2000 —3000 KVA racordate la sistemele energetice pentru deservirea raioanelor agricole. Astfel de staţii deservesc consumatorii rurali po o suprafaţă de circa 100 km².

Lungimea anumitor linii ajunge de regulă la 20 —25 km şi chiar 30 km cu un moment al sarcinii de 4000 — 5000 KVA.

Astfel de lungimi şi sarcini determină căderi mari de tensiune şi impun folosirea metalelor neferoase. Aplicînd practica „diviziunii staţiilor electrice" folosită în industrie şi în sistemele energetice, autorul alege un raion pe care îl alimentează printr-o staţie 35/10 KV şi prin 3 staţii 35/10 kV. Din calculele efectuate a reeşit că în varianta alimentării raionului printr-o staţie de 1000 kVA şi 2 staţii a 560 KVA fiecare, alimentarea se poate face fără a folosi conductori din metale neferoase. Varianta cu o singură staţie de 35/6 kV, pentru a obţine aceiaşi indici tehnico-economici ca mai sus, necesită un consum de aluminiu de 21,5 tone.

In caz că în ipoteza alimentării raionului respectiv prin 3 staţii 35/6 kV, se foloseşte aceiaşi cantitate de aluminiu ca în varianta unei singure staţii, pierderile de tensiune în reţeaua de 10 kV se micşorează de 3 ori iar pierderile de energie de 2 ori.

Autorul articolului acordă o mare atenţie schemei staţiilor de 35/10 kV, în direcţia simplificării lor.

Astfel în urma analizei făcute arată că este mai indicat să se construiască staţii cu 1 transformator de 1000 kVA decît staţii cu 2 transformatori de 560 kVA. Staţia se va construi fără intrări şi ieşiri ale liniei de 35 kV ci ca o simplă derivaţie, fără întreruptor şi fără bare pe partea de 35 kV, folosind schema bloc: linia 35 kV — separator siguranţă — transformator — barele de 10 kV. Pe partea de 10 kV se foloseşte un singur sistem de bare iar plecările sînt legate la bare prin separatori şi întreruptori de sarcină cu siguranţe. Pentru acţionarea comenzilor cît şi pentru protecţie se foloseşte curent alternativ renunţîndu-se la curentul continuu. Toate aceste staţii 35/10 kV se prevăd a fi fără personal de exploatare ele fiind deservite de o echipă mobilă pe întreg raionul. Aceasta conduce la inutilitatea construirii camerii de comandă. E 98

n. v.

Despre influenţa reglajului excitaţiei asupra capacităţii de transport a liniilor la distanţe mari.

Dr. ştiinţe tehnice prof. V e n i c o v V. A. şi canditat în ştiinţe tehnice L i t k e n s I. V. „Electricestvo", nr. 11 din (1955), pag. 15—26.

In articol se arată importanţa reglajului automat al excitaţiei, pentru liniile electrice foarte lungi. Se arată că reglajul prin abaterea parametrilor regimului şi derivatele lor măreşte capacitatea de transport şi permite lucrul în aşa numita zonă de stabilitate artificială.

Generatorii, liniile de transport şi regulatoarele de excitaţie sînt considerate un sistem electric unitar, pentru care se asigură stabilitatea. Calculul stabilităţii statice pentru un asemenea sistem se combină cu analiza schemei regulatorului şi cu alegerea coeficienţilor ce ar asigura funcţionarea sistemului pentru orice puteri ale liniei. Aceste calcule trebuie luate în consideraţie cînd se construieşte şi reglează regulatorul. La un astfel de reglaj stabilitatea statică se limitează nu de limita interioară de putere ci de limita de transport pe linie.

In calcule se întrebuinţează ecuaţia mişcărilor relative ale rotorilor maşinilor tuturor centralelor:

— unghiurile relative de deviaţie ale rotorilor;

— de balanţă a creşterilor fluxurilor de putere activă şi reactivă în nodul considerat;

— proceselor tranzitorii electromagnetice în bobinele de excitaţie;

— de schimbare a f.e.m. în raport cu Ed şi Uo;

— proceselor tranzitorii în excitatrice şi în regulatori.

Mai departe se dă mersul calculului cu alegerea parametrilor după metoda MEI.

De asemenea se face controlul celorlalte condiţii de stabilitate în determinarea zonelor de stabilitate în coordonatele coeficientului de reglaj şi ilustrarea grafică a rezultatelor obţinute. Apoi se stabileşte limita stabilităţii statice pentru tensiunea ce trebuie menţinută, se formulează cerinţele faţă de parametri şi schema structurală a regulatorului, şi se reglează regulatorul pentru cazul concret.

Tot timpul rezultatele teoretice se confruntă cu experienţele făcute pe modelul dinamic.

In articol se redau şi rezultatele obţinute după metoda descrisă, într-o serie de cazuri concrete a reglării automate a compensatorilor sistemului receptor.

Rezultatele cercetărilor au arătat că pentru îmbunătăţirea stabilităţii dinamice trebuie aplicată forţarea excitaţiei cu plafonul cel mai înalt posibil, lucru ce poate fi realizat prin cea de a doua derivată. Amortizarea mai departe a oscilaţiilor apărute în urma şocurilor din sistem, necesită reglarea automată a excitaţiei, în aşa fel ca curentul excitaţiei să se schimbe cît mai repede posibil.

In încheiere se dau relaţiile matematice, ce caracterizează metoda calculului. E 99

n. v.

Asupra modului de calcul a masivilor fundaţiilor stîlpilor liniilor electrice, B e r i o A. „Eletrotehnica", iulie (1953), vol. 40, pag. 346—363.

Autorul trece în revistă, subliniind avantajele totuşi nesatisfăcătoare ale diverselor metode de calcul, teoretice şi

experimentale propuse pentru studiul proiectelor maşinilor fundaţiei stîlpilor care susţin linii electrice de tensiune foarte înaltă :

1) Formula zisă „franceză" preconizată în normele comitetului electrotehnic italian ; 2) metoda lui Frolich ; 3) metoda Sulzberger ; 4) metoda teoretică a lui Burklin ; 5) formula experimentală a lui Ramelot. Nici una din aceste teorii, sau formule experimentale care se deduc din ele nu pot fi adoptate exact pentru determinarea repartiţiei reacţiilor terenului. Teoriile implică coeficienţi de siguranţă ridicaţi şi arbitrari cu excepţia situaţiei în care se cunosc cu precizie caracteristicile terenului. In acest din urmă caz de altfel rezultatele date de teorie se apropie mult de cele determinate în mod empiric.

Studiul mecanicei terenurilor este încă prea puţin dezvoltată şi ar trebui să se stabilească o clasificare a caracteristicilor fizicotehnice ale terenurilor şi de asemenea să se extindă experienţele sistematice asupra măsurători eforturilor pe care le dau fundaţiile şi ale deformaţiilor care apar. Asemenea încercări ar trebui să fie executate pe terenuri şi linii reale şi nu pe modele reduse. E 100

n. p.

Evoluţia consumului de energie electrică pe liniile electrificate ale societăţii naţionale ale căilor ferate franceze în cursul ultimilor cinci ani, Chabaneix M. M. RGE, vol. 64, nr. 6, iunie 1955 pag. 273—276.

Autorul precizează evoluţia consumului de energie electrică pe liniile electrificate ale societăţii naţionale de căi ferate.

In tabelă se dau comparativ valorile sarcinilor transportate faţă de cele transportate electric.

Anul	t kilometrice totale în 10^6t km br	Tone kilometrice remorcate electric în 10^6tkm br	Raportul tkm br electric faţă de total %
1950	165 939	37 925	22,8
		46 130	25,7
1951	179 553	50 557	28,6
1952	176 915	51 274	30,9
1953	165 272	55 213	32,8
1954	168 416		

In cursul ultimilor cinci ani, liniile electrificate au evoluat prin punerea în funcţiune a liniilor echipate în curent alternativ monofazat cu frecvenţa de 50 per/s alimentate de reţeaua generală. Autorul comentează diagramele de consum de energie şi puteri absolute subliniind particularităţile caracteristice totdeauna în favoarea extensiunii electrificăriilor noi.

Un studiu detaliat al randamentului instalaţiilor de tracţiune (substaţii linii, locomotive) în cazul curentului continuu şi în cazul celui alternativ, face să reiasă superioritatea folosirii curentului monofazat la frecvenţa industrială în electrificarea căilor ferate. E 101.

n. p.

Instalaţiile electrice din Londra. Irving D. B. Journal I.E.E. august 1955 p. 526—528.

Incepînd din anul 1984, cele 41 de societăţi care asigurau alimentarea cu energie electrică a oraşului Londra s-au grupat într-o organzaţie unică (Compania electrică din Londra).

Actualmente, perimetrul determinat de instalaţiile electrice respective cuprind o suprafaţă de 257 mile pătrate (circa 850 km²). Reţeaua de distribuţie cuprinde 40 sisteme de distribuiţie : monofazice, bifazice, trifazice şi de curent continuu, avînd nu mai puţin de 20 de tensiuni de utilizare diferite, cuprinse între 100 şi 500 volţi. Reţeaua de tensiune medie funcţionează la 18 tensiuni diferite, cuprinse între 1 şi 11 kW ; trebuie remarcat că unele instalaţii sînt în funcţiune din 1887 (de exemplu staţia de 10/2,4 kW din Piaţa Trafalgar, Str. Cockspur).

Energia electrică este primită atît din afară, cît şi de la 25 centrale existente în perimetrul menţionat ; nu se dă în articol puterea instalată a acestor centrale.

Reţeaua de tensiune înaltă, care leagă centralele generatoare cu staţiile, este alcătuită din cabluri de 22, 33 şi 66 kV din care majoritatea sînt de tipul cu ulei sau gaz sub presiune. O reţea aeriană de 132 kV completează reţeaua în cablu, în special pentru legăturile exterioare.

Exceptînd centralele, staţiile se situează astfel :

7 staţii de 66 kV cu o putere instalată de 500 M V A.

72 staţii de 33 sau 22 kV cu o putere instalată de 2264 MVA.

Posturile de transformare unde tensiunea de 11 şi 6 kVeste redusă la tensiunea de utilizare joasă sau medie (1 kV) sînt în număr de 7 128 cu o putere instalată în transformatoare de 3 535 638 kVA.

In ultimul timp se duce o campanie susţinută de normalizare a tensiunilor ; în articol se dau o serie de detalii referitoare la această problemă. E 102

c. p.

Condensatorul serie de *380* kV de la Djurmo P. Hjertberg Asea Revue 27 (1955) nr. 6. p. 103—111.

In Suedia există o reţea destul de intinsă de 380 kV, prin care se vehiculează o putere de circa 900 MW. Reţeaua este compusă din trei linii, şi anume: Hälsingborg-Storfinnforsen, Ligga-Harspranget-Storfinnforsen şi Euköping-Storfinnforsen. In cursul acestui an se va mai adăuga încă o linie de 700 km legînd Storfinnforsen cu Gothenburg.

La investiţiile importante legate de instalarea unor linii de asemenea tensiuni, este evident că se pune problema ridicării la maximum posibil a puterii transportată în regim economic. S-a constatat că în condiţiile stabilităţii statice se poate mări puterea transportată prin reducerea reactanţei cu circa 20 %, prin utilizarea de conductori duplex şi cu circa 30 % prin utilizarea de conductori triplex.

Studii făcute, arată că o creştere mai mare a puterii transportate prin reducerea reactanţei, se poate face prin compensarea longitudinală cu ajutorul condensatorilor serie. Astfel, se constată că pentru o linie de 500 km la 380 kV, cheltuielile minime de transport se obţin cînd se compensează circa 45 % la conductorii duplex şi circa 60 % pentru conductorii triplex. In primul caz, puterea transportată creşte de la 375 la 600 MW iar în cel de al doilea caz de la 440 la 880 MW.

S-a instalat pe linia de 475 km de la Midskog la Hallsberg (o parte din linia Halsingborg-Storfinnforsen) condensatori serie în două puncte intermediare : Djurmo şi Havero, fabricat ASEA.

Cele două baterii sînt identic realizate, pentru motivul că întreruptorii de scurtcircuitare ar fi trebuit să aibă o putere prea mare, din cîte două jumătăţi simetrice a cîte 52,5 MVA R fiecare. Bateriile au fost montate pe platforme izolate la 380 kV (încercate cu unde de şoc de 1775 kV).

Fiecare jumătate de baterie are 18 elemente în serie şi 48 în paralel, ceea ce face ca întreaga baterie să aibă 5184 elemente. Fiecare element are o putere de 20,2 kVAR sub 970 V şi 20,8 A şi comportă un număr mare de condensatori individuali protejaţi fiecare printr-o siguranţă montată în cuvă.

Elementele sînt cu armături răcite şi izolate cu ulei sub presiune, ceea ce măreşte considerabil rigiditatea dielectrică.

Pentru solicitările la care este supusă bateria în caz de scurtcircuit pe linie, se utilizează un eclator de construcţie specială (neauto-extinctor). Tensiunea de amorsare la frecvenţa nominală este de $3{,}5 \cdot \sqrt{2}\ U_1$ (U_1 fiind tensiunea de sarcină).

In caz de defectare, a apariţiei armonicelor inferioare în reţea, sau în cazul amorsării intempestive a eclatorilor, un întreruptor scurtcircuitează bateria. Trebuie, printre altele, ca întreruptorul să permită punerea în circuit a condensatorului chiar atunci cînd linia este la plină sarcină.

Aceasta s-a realizat prin cîte un întreruptor monopolar cu ulei pentru 40 kV, montat pe fiecare fază şi care sînt comandate de la sol prin izolatori la tensiunea de 380 kV. E103

c. p.

Hidroenergetica

Proiectul australian Snowy Mountain, Rezumat publicat în BWK, vol. 8 (1956), nr. 2, pag. 91 după „Electr. Vld"., vol. 142, (1954), nr. 17, pag. 30—32.

Planul general al amenajării este conceput pe o perioadă de 20 ani şi cuprinde proiectele parţiale Snowy-Murray şi Eucumbene — Tumut. Se prevede construirea a 17 centrale hidro-

electrice cu o putere totală de 3 000 MW ; amenajarea prevede şi lucrări întinse de irigaţie.

Centrala Geehi este proiectată pentru 20 MW, centralele Bogong Creek şi Swampy Plain pentru cîte 540 MW. In cadrul acestor amenajări sînt necesare 6 baraje şi 140 km de galerii. Ca primă lucrare mare se realizează barajul Guthega, ale cărui ape vor acţiona la o cădere de 250 m, turbinele de 30 MW de la Munyang.

Unul din barajele cele mai mari din lume din pămînt şi stîncă este barajul de 119 m înălţime de la Adaminaby, lîngă Eucumbene. Lîngă Tumut Pond se construieşte o centrală cu 4 grupuri de 80 MW din care prima trebuie să intre în funcţiune în 1958. Energia se va consuma la Sidney şi alte oraşe din New South Wales. Transportul energiei se va face în 330 kV, iar costul instalaţiilor de transport sînt evaluate la un sfert din costul total. E 104

m.a.

Centrala hidroelectrică Ybbs — Persenbeug pe Dunăre, O. V a s, ÖZE, vol. 8 (1955), pag. 281—313.

Centrala descrisă constituie una din cele 14 amenajări hidroenergetice realizabile pe traseul austriac al Dunării şi a căror importanţă reiese din următoarele cifre:

Cădere brută de la Passau la Hainburg	150 m
Cădere utilă prevăzută circa	130 m
Lungimea traseului austriac	343 km
Debite instalate prevăzute	1750—2300 m/s
Puterea instalată a grupurilor circa	2100 MW
Energie electrică anuală circa	14,0 mrd kWh

Se dau totodată şi datele caracteristice pentru fiecare uzină, puterile electrice variind între 80 şi maximum 226 MW.

E 105 *i. s.*

Centrale hidroelectrice subterane suedeze T ö l k e F., Rezumat publicat în BWK, vol. 8 (1956), nr. 2, pag. 91, după VDI-Z, vol. 97 (1955), nr. 33, pag. 1210-11.

Centralele hidroelectrice subterane suedeze se caracterizează prin aşezarea lor sub baraj. Prin aceasta debitele de apă prin galeriile forţate sînt mici, cu atît mai mult cu cît aici fiecare grup este prevăzut cu o galerie forţată separată şi se poate renunţa la castele de apă.

Condiţiile geologice excelente permit construirea grotelor subterane şi a galeriilor fără căptuşeală. Prizele sînt deservite în mod simplu prin vane segment şi mai pot fi închise separat şi cu macaraua pentru batardouri. Staţia de transformare este despărţită în grote separate ; pereţii de stîncă despărţitori reprezintă o protecţie eficace la explozii sau incendii.

Se descrie execuţia barajelor din beton simplu şi a batardoului format dintr-o morenă de bază şi din anrocamente. Amenajarea se proiectează astfel ca stînca escavată pentru grote şi conductă să fie suficientă pentru baraj.

In general determinant pentru astfel de amenajări au fost puncte de vedere economice şi climaterice. Numai simburele central al barajului trebuie executat în timpul lunilor de vară. E 106

m. a.

CRONICĂ

Conferinţa Internaţională a marilor Reţele Electrice (C.I.G.R.E.)

Conferinţa Internaţională a Marilor Reţele Electrice (CIGRE), va ţine viitoarea sa sesiune a 16-a, între 10 mai — 9 iunie la Paris.

La acest Congres la care vor fi prezentate 116 rapoarte, va fi continuată studierea problemelor mari pe care CIGRE le urmăreşte pe plan internaţional adică tot ceea ce priveşte producerea transformarea şi distribuirea energiei electrice la tensiune înaltă. Acest studiu se va purta în special asupra alternatorilor, transformatorilor, întreruptorilor şi materialelor izolante precum şi asupra construcţiei de linii de transport aeriene şi subterane (cabluri, piloni, conductori, izolatori).

In domeniul exploatării reţelelor vor fi în principal studiate problemele privind protecţia şi releele, stabilitatea reţelelor, reglarea sarcinii şi frecvenţei precum şi probleme speciale privind liniile de tensiune foarte înaltă (peste 220 kV).

Ing. G. I.

INSTITUTUL DE ENERGETICA AL ACADEMIEI R.P.R.

In cursul trimestrului III/1956, în scopul realizării unui schimb de experienţă cu industria şi introducerea tehnicii noi se organizează o consfătuire cu tema:

„Politica energetică de utilizare a gazelor naturale fără schimbarea structurii lor chimice".

Referatele prezentate la consfătuire vor trata diferite aspecte ale folosirii energiei gazelor naturale înaintea chimizării în exploatările de gaze naturale, în transport şi la consumatori.

Toate persoanele care doresc să participe cu referate la această consfătuire, sînt rugate să ia contact cu Institutul de *Energetică a Academiei R.P.R. Sos. Vitan nr. 236 Raionul T. Vladimirescu Bucureşti, telefon 9.55.74. Secretariatul Stiinţific.*

BĂRĂNESCU G.: Calculul proceselor de ardere, Edit. Acad. Republicii Populare Romîne, 1955.

Lucrarea „Calculul proceselor de ardere", suplineşte o necesitate tehnică deosebită: posibilitatea de a calcula cu multă precizie o serie de procese energetice în scopul perfecţionării tehnicii existente şi introducerii tehnicii noi. Lucrarea se ocupă cu metodele termodinamice de calcul, studiind stările iniţiale şi finale şi situaţiile de echilibru.

Lucrarea „Calculul proceselor de ardere introduce pentru prima dată în literatura tehnică romînească calculul cu gaze perfecte, care pentru domeniul motoarelor, turbinelor cu gaze şi al cazanelor este corespunzătoare calculului cu gaze reale.

Pentru a efectua aceste calcule se introduce atît metoda analitică şi grafică cunoscută din literatura străină, cît şi o metodă grafico-analitică, valoroasă pentru situaţiile în care nu se găsesc la dispoziţie diagrame, şi care reprezintă o contribuţie personală a autorului. Pentru calcule complexe şi pentru care nu sînt diagrame autorul prezintă metoda de lucru şi diagramele generalizate.

Prin folosirea calculelor de disociaţie, şi a variaţiei reale a căldurii de reacţie se realizează o mărire a preciziei de calcul; lucrarea deşi de o înaltă ţinută ştiinţifică nu se abate de la scopul propus, acela de a fi o lucrare cu conţinut tehnic pentru ingineri. Nenumăratele tabele, diagrame şi exemple de calcul ajută şi uşurează munca celui ce foloseşte metodele preconizate de autor.

Conţinutul lucrării este tratat cu multă claritate şi în mod deosebit de evident. Nici o problemă importantă pentru studiul lucrării nu este tratată cu superficialitate (exemplu prezentarea entropiei totale). Ca metodă s-a ales studierea completă şi treptată de la particular la general, de la simplu la complex. Toate temele studiate sînt duse pînă în faza de formule de calcul (exemplu formulele pentru calculul disociaţiei).

Autorul nu uită nici un moment, în special în cap. I sensul fizic al fenomenelor (entropie, căldură de reacţie, etc.), care reuşeşte să fie prezentat accesibil oricărui cititor.

In studiul proceselor de ardere autorul s-a legat de specificul R.P.R. introducînd diagrame care se ocupă cu arderea gazului metan şi a combustibililor lichizi romîneşti.

Conţinutul lucrării „Calculul proceselor de ardere "este repartizat între cinci capitole şi cinci anexe.

Capitolul I „Recapitularea cunoştinţelor de termodinamică" reprezintă o revizuire a celor mai importante cunoştinţe de termodinamică. In acest capitol se tratează în afară de noţiunile obişnuite mărimile termodinamice ale gazului perfect (energie internă, entalpie entropie). Se introduc diagramele entropice (diagramele *TS*, diagramele *TS* cu axe înclinate, *TS* cu axe curbe, diagramele entropice *U-S* şi *I-S*) se studiază pe larg bilanţul energetic al reacţiei chimice prezentîndu-se factorii care acţionează asupra căldurii dezvoltate în reacţia chimică. Deşi succint, se defineşte, foarte clar echilibrul chimic, al gazelor, constante de echilibru şi echilibrelor chimice care se produc între gazele de ardere. Cu toată întinderea redusă (50 de pagini) capitolul recapitulativ reuşeşte să definească cu multă precizie noţiunile necesare studiului termodinamicei chimice.

Capitolul II. „Arderea la presiune constantă" se ocupă cu metodele termodinamice de calcul ale proceselor de ardere la presiune constantă. Capitolul tratează pe rînd calculul arderii la temperaturi scăzute cînd nu se ţine cont de disociaţie şi apoi calculul arderii cînd se ţine cont de disociaţie. In acest caz se tratează metoda de calcul a ecuaţiilor de echilibru, la presiune constantă, considerîndu-se pe rînd nu echilibru chimic, două echilibre chimice, trei echilibre chimice şi şase echilibre chimice, atît în cazul lipsei cît şi în cazul excesului de oxigen. Calculul arderii (adică ai parametrilor de stare finali ai gazului — cunoscîndu-se cei iniţiali şi cantitatea de combustibil arsă) se face atît analitic cît şi grafic (în diagrama $I - T$); se prezintă modul de construcţie şi de lucru cu aceste diagrame.

Capitolul III. Arderea la presiune variabilă tratează problemele arderii la presiune variabilă schematizate în cadrul a două procese complexe:

— arderea la volum constant şi destinderea izentropică a gazelor arse;

— arderea la presiune constantă şi destinderea izentropică a gazelor arse.

Pentru calculul acestui mod de ardere se prezintă diagramele *u - s* şi *i-s* precum şi metodele analitice.

Se studiază calculul randamentului termodinamic al principalelor cicluri de maşini termice cu gaze. Se studiază de asemenea calculul parametrilor de stare în punctele principale ale ciclului la aceste maşini în ipoteza gazelor perfecte şi a existenţei fenomenului de disociaţie. Acest calcul se face fie grafic — în diagrame, fie cu o metodă grafo — analitică.

Capitolul IV. „Calculul proceselor de ardere cu ajutorul diagramelor termodinamice generalizate", introduce o metodă de calcul ce se poate aplica oricărui combustibil, la orice presiune şi temperatură cu o precizie suficientă pentru calculele termice. Autorul introduce principiul diagramelor generalizate, arătîndu-le modul de construcţie, şi felul cum se lucrează cu acestea.

Capitolul V „Exemple de calcul" exemplifică numeric metodele de calcul expuse în capitolele precedente. In cele 25 de probleme prezentate sînt notate pe larg şi complet exemple de:

— folosirea mărimilor termodinamice ale gazului perfect;

— calculul evoluţiilor simple ale gazelor perfecte;

— calculul arderii la presiune constantă;

— calculul arderii la presiune variabilă;

— calculul arderii cu ajutorul diagramelor termodinamice generalizate.

Anexele acestei lucrări sînt reprezentate prin tabele şi diagrame.

Se prezintă tabelele privind proprietăţile termodinamice (energie internă, entalpie şi entropie — toate măsurate de la 0°K) ale gazelor ce intervin în procesele de ardere; aer, bioxid de carbon, apă oxigen, azot, oxid de carbon, hidrogen, oxidril, monoxid de azot, hidrogen atomic şi oxigen atomic. Se dau în continuare căldura de reacţie pentru arderea oxidului de carbon, a hidrogenului, a oxidrilului, a amonoxidului de azot, a hidrogenului şi a oxigenului atomic şi a carbonului. Tabelele conţin proprietăţile termodinamice (energie internă sensibilă, entalpie sensibilă, antropie şi căldură de reacţie la volum constant şi la presiune constantă) pentru o serie de gaze combustibile. Se dau de asemenea constantele de echilibru a 7 echilibre chimice omogene, importante din punct de vedere al proceselor de ardere tehnică.

Valorile acestor constante sînt date din 50 în 50 de grade în scara absolută a temperaturilor şi corespund datelor celor mai noi din literatură.

Diagramele, (de format mare şi cuprinse într-o mapă separată) conţin:

— diagrama *I-T* cu disociaţie pentru gazele care se obţin prin arderea în aer a unui metru cub normal de metan, la presiunea de 1 ata;

— diagrame pentru calculul ciclurilor motoarelor cu aprindere prin scînteie (cuprinzînd o diagramă $u_s - s$ pentru calculul compresiei şi mai multe diagrame $u_t - s$ dentru calculul destinderii la diferite dozaje);

— diagrame pentru calculul ciclurilor motoarelor cu aprindere prin compresie şi a turbinelor cu gaze (diagrama *T-S* cu axe curbe pentru diferite calităţi de combustibil);

— diagrame termodinamice generalizate.

In rezumat, lucrarea „Calculul proceselor de ardere" se remarcă prin;

— metodă clară de prezentare;

— înalt nivel ştiinţific;

— introducerea ultimelor cuceriri ştiinţifice în domeniul studiului termodinamic al arderii;

— bogat material documentar.

In încheiere trebuie arătat că Editura Academiei R.P.R,s-a achitat bine de grelele probleme impuse de tipărirea lucrării, realizînd reproduceri corecte şi plăcute de pe toate diagramele şi schemele grafice.

Ing. Vasilescu A. Călin Ing. Pimsner Victor

Noi reviste germane pentru probleme în legătură cu energia nucleară.

Recent şi-au început apariţia trei noi reviste germane tratînd probleme în legătură cu folosirea energiei nucleare:

1. **Atomkernenergie** — revistă pentru aplicarea energiei nucleare în ştiinţă, tehnică şi economie. Editura Karl Thienirg K. G. München.

Preţ: numărul curent 3,50 DM, colecţia anuală 36, —DM.

Această revistă lunară, apărută prima dată în ianuarie 1956, şi-a propus să trateze toate problemele în legătură cu aplicarea energiei nucleare. Profilul ei încadrează comentarea încercărilor practice la reactori nucleari, probleme de chimie, metalurgie şi tehnologie, în special la alegerea materialelor pentru construcţia reactorilor, probleme de electronică în legătură cu instalaţiile de reglaj şi control, ca şi cercetarea aspectului economic şi juridic al folosirii energiei nucleare. Stadiul cercetărilor în diferitele ţări urmează a fi redat periodic prin referate de ansamblu în acelaşi timp cu planurile germane pentru folosirea energiei atomice.

2. **Atompraxis** — revistă lunară pentru energia nucleară aplicată în tehnică, industrie, ştiinţe naturale, medicină, agricultură şi domenii înrudite. Editura G. Braun, Karlsruhe.

Preţ: numărul curent 3,50 DM, colecţia anuală 36 DM.

Primul număr apărut în octombrie 1955, indică ca scop al revistei, punerea la îndemînă a tuturor celor care se ocupă cu probleme atomice, a elementelor necesare pentru judecarea pe baze ştiinţifice a complexei activităţii de cercetare în tehnica atomică aplicată. Revista nu se adresează numai inginerilor şi fizicienilor, dar mai ales şi celor care trebuie să se ocupe cu probleme de siguranţă şi protecţia muncii la proiecte de reactori nucleari.

Revista îşi mai propune a reda curent prin scurte referate stadiul cercetărilor şi progresul în domeniul tehnicii atomice şi a prezenta bibliografia mai importantă.

3. **Die Atomwirtschaft** — revistă pentru problemele economice ale transformărilor nucleare. Editura Handelsblatt Gmbh. Düsseldorf.

Preţ: numărul curent 4-DM colecţia anuală 40-DM

Revista ce apare de la 1 ianuarie 1956 are ca scop să informeze cititorii asupra problemelor economice în legătură cu folosirea energiei nucleare, şi va trata aspecte ştiinţifice sau tehnologice numai în măsura în care acestea sînt necesare înţelegerii aspectelor economice.

In acest spirit va fi urmărită aplicarea energiei nucleare în cele mai diferite ramuri economice ca industria chimică, medicină, agricultură şi silvicultură, industria electrotehnică, economia energetică, industria aparatelor de măsură şi în toate ramurile industriei constructoare de maşini care intervin în intervalul dintre extracţia minereurilor şi pînă la construcţia reactorilor

s. i.

POVH I. L.: Modelarea turbinelor hidraulice în curenţi de aer Editura Energetică de Stat, Moscova — Leningrad, 1955.

Turbinele hidraulice reprezintă după cum se ştie o ramură a turbomaşinilor.

Studiul pe model al prototipurilor turbinelor hidraulice s-a dezvoltat în strînsă legătură cu studiul experimental al turbomaşinilor în general.

In ultimele trei decenii, acest studiu a luat o extindere din ce în ce mai largă, tehnica încercărilor s-a perfecţionat, au apărut noi metode de cercetare.

Dezvoltarea modernă a turbomaşinilor se caracterizează prin tendinţa către viteze mari de rotaţie, şi deci de curgere a fluidului. Această tendinţă se manifestă şi în construcţia turbinelor hidraulice.

Influenţa formei diferitelor elemente ale maşinii joacă din această cauză, un rol din ce în ce mai important asupra randamentului şi puterii maşinii, căci apar fenomene noi: cavitaţia la maşinile hidraulice, efectele perturbatoare la turbomaşinile cu abur gaze sau aer, atunci cînd fluidul atinge viteze apropiate de a sunetului. Pentru a putea ţine seama de aceste fenomene, vechile metode de calcul, bazate pe teorii ale valorilor medii, nu mai sînt suficiente. Tot astfel, procedeul sumar al încercărilor prin frînare pentru măsurarea puterii dezvoltate de o maşină motrice este încă şi azi indispensabil dar el singur nu ar putea duce la progres, fîndcă ne îngăduie să stabilim precis numai cum lucrează maşina, nu şi dece se comportă într-un anumit fel şi care sînt cauzele pierderilor de energie constatate.

In domeniul teoriei acest pas a fost făcut odată cu noţiunea de strat — limită, care este una dintre cuceririle hidro şi aerodinamicei moderne.

Natura fenomenelor ce intervin în zonele straturilor — limită şi care a fost recunoscută ca hotărîtoare pentru pierderile de sarcină a obligat pe constructorii de turbomaşini să-şi modifice punctul vechi de vedere.

In perioada 1937—1939 au apărut în literatura tehnică studii ce au pus bazele teoretice ale folosirii aerului ca fluid la încercarea pe modele a elementelor de maşini sau a maşinilor cu abur ori hidraulice.

Din punct de vedere al similitudinii se demonstrează că, în anumite condiţii, mişcarea aburului poate fi tehnic reprezentată cu suficientă exactitate prin mişcarea aerului.

Folosirea încercărilor cu aer la turbinele hidraulice a arătat, la rîndul ei, că între anumite limite — şi mişcarea apei poate fi înlocuită prin cea a aerului.

Ulterior s-a constatat chiar că metoda cu aer permite să se ajungă la rezultate pe care încercarea hidraulică nu le poate da.

Utilizarea aerului în loc de apă, ca mediu, prezintă avantaje evidente:

— în primul rînd construcţia, întreţinerea şi exploatarea instalaţiilor sînt mult mai puţin costisitoare decît la încercările cu apă;

— în al doilea rînd experimentarea este mai uşoară şi mai completă, căci putem executa măsurători care în apă ar fi practic nerealizabile, ca de pildă stabilirea repartiţiei presiunilor pe suprafaţa palelor în timpul mersului turbomaşinii cît şi a repartiţiei vitezelor. Aceste măsurători arată dece se produc pierderile de energie şi unde se localizează ele, indicînd totodată posibilităţile de corectare a profilelor imperfecte.

Cartea lui I. L. Povh prezintă cititorilor o monografie asupra modelării turbinelor hidraulice în curenţi de aer. Autorul caută să dea o imagine cît mai cuprinzătoare a tehnicii, a posibilităţilor şi perspectivelor extinderii metodei în diferitele domenii de cercetare, semnalînd şi realizările din U.R.S.S. în această privinţă.

Încă de mulţi ani, în laboratorul de aerodinamică al Institutului Politehnic M. I. Kalinin din Leningrad se studiază în curenţi de aer modelele de carene ale navelor maritime şi fluviale. Cercetările în tunelul aerodinamic permit alegerea formei optime a carenei, determinarea interacţiunii dintre corpul navei şi elice, a formei optime a cîrmei, a interacţiunii dintre elice şi cîrmă etc.

Incepînd din 1941, Institutul de Transporturi pe apă din Leningrad a început să studieze în curent de aer şi problemele hidraulice ale cursurilor de apă.

În 1938, odată cu necesitatea cercetării pe model a turbinelor proiectate pe Volga, a fost realizată din iniţiativa biroului, pentru turbinele hidraulice ale uzinelor de construcţii metalice Stalin din Leningrad o instalaţie pentru modelarea cu aer a turbinelor, proiectată şi executată sub conducerea prof. M. A. Dementiev şi a inginerilor N. N. Popov şi M. A. Kasparov.

În acest laborator inginerul M. A. Kasparov a prelucrat metodica de cercetare şi a efectuat cercetările asupra caracteristicilor energetice ale metodelor şi asupra repartiţiei presiunii pe paletele rotorilor. Instalaţia a fost utilizată în timpul celui de al doilea război mondial pentru studiul tubului de aspiraţie şi a camerii spirale a turbinelor centralei hidroelectrice Ribinsk, iar în 1944 — la cererea uzinelor de maşini Stalin din Leningrad (LMZ) pentru studiul modelului turbinei al camerii spirale şi al cîtorva variante de tub de aspiraţie de la centrala hidroelectrică de pe Nipru. In perioada postbelică, colaborarea dintre Institutul Politehnic din Leningrad şi Uzinele de Maşini LMZ a condus la o mare perfecţionare a metodicei şi la extinderea activităţii de cercetări.

Activitatea ultimilor opt ani, începînd din 1948 a fost caracterizată prin concursul dat la construirea turbinelor pentru centralele hidroelectrice de la Kuibîşev, Kahovka şi altele. I. L. Povh foloseşte la baza cărţii sale experienţa cîştigată de colectivul uzinelor LMZ şi de laboratorul de aerodinamică al Institutului Politehnic din Leningrad în munca de cercetare cu aer a turbinelor hidraulice.

O parte a materialelor expuse sînt rezultate din cercetarea modelelor de turbine hidralulice în stadiul aerodinamic al uzinelor LMZ şi în laboratorul Institutului Politehnic din Leningrad.

Scopul cărţii este de a fundamenta posibilităţile, metodica şi tehnica modelării funcţionării turbinelor hidraulice în curent de aer.

Primul capitol analizează modelarea turbinelor hidraulice şi cuprinde principiile fundamentale ale modelării curenţilor de fluide, parametrii de funcţionare ai turbinei şi problemele turbulenţei şi rugozităţii.

In ceea ce priveşte teoria nu sînt formulate decît concluziile şi consecinţele lor practice, fără a se recurge la demonstraţii. Pentru acestea se indică însă bibliografia. Al doilea capitol tratează determinarea caracteristicilor energetice ale modelului, descriind instalaţiile pentru încercarea modelelor. Ca exemplu concret este descris studiul camerii spirale şi a aparatului de dirijare al prototipului turbinei de la Dnieproghes. De asemenea, analiza unei camere spirale cu unghiul de acces de 135°, proiectată de LMZ pentru hidrocentrala Kuibîşev.

Cartea lui I. L. Povh este de mare utilitate pentru completarea documentaţiei şi va ajuta la lărgirea cunoştinţelor asupra încercării maşinilor hidraulice.

Cercetarea în curent de aer a modelelor de turbine hidraulice trebuie privită ca o primă şi foarte eficace etapă în studierea noilor construcţii de turbine. Aplicarea metodei în uzinele constructoare de turbine ale Uniunii Sovietice, cît şi în cele ale altor ţări cu asemenea industrie (Elveţia — Uzinele Escher-Wyss) arată însă că cercetarea cu aer a modelelor nu exclude examinarea finală a turbinelor hidraulice pe modele cu apă, ci dimpotrivă, conlucrează cu ea, ca două faze ale aceluiaş studiu experimental de ansamblu.

M.L.

POLTEV V. K. SMOLNIKOV L. P.: Echipamentul electric al uzinelor metalurgice, (Traducere din limba rusă) Editura Energetică de Stat, 512 pag.

Literatura noastră tehnică s-a îmbogăţit în ultimii ani cu un număr de lucrări traduse din limba rusă referitoare la acţionarea electrică şi la echipamentul electric din industrie şi agricultură: Morozov, Nazarova, Golovan, Cilikin, Avaev şi Gartung, Blajkin, Pavlicev etc.

Se simţea însă lipsa unei cărţi în care să fie tratată în mod special problema echipamentului electric al uzinelor metalurgice şi acţionarea electrică a mecanismelor din industria metalurgică.

In scopul asigurării unei productivităţi cît mai înalte, în U.R.S.S. secţiile şi atelierele uzinelor metalurgice sînt echipate cu cel mai nou aparataj automat de comandă, control şi reglaj al acţionărilor electrice. Lucrarea recenzată reflectă marea experienţă şi înaltul nivel atins de ştiinţă acţionării electrice din Uniunea Sovietică cu aplicaţie la problemele specifice ale uzinelor metalurgice.

In introducere se arată rolul şi importanţa industriei metalurgice în economia naţională, caracteristicile generale ale gospodăriei electrice a unei uzini metalurgice moderne şi ale acţionării electrice din secţiile metalurgice.

Capitolul I dă o privire de ansamblu asupra dezvoltării acţionării electrice. După un scurt studiu critic al sistemelor de acţionarea mecanismelor de producţie se dă o descriere generală a acţionării individuale a maşinilor-unelte de prelucrat metale şi a mecanismelor auxiliare ale laminoarelor.

Capitolul II intitulat „Principalele proprietăţi electromecanice ale motoarelor electrice „sînt expuse caracteristicile mecanice ale dispozitivelor electrice de acţionare, sînt descrise diferitele procedee de frînare a motoarelor electrice, precum şi cele mai uzitate procedee de reglare a turaţiei folosite în industria metalurgică. Calculul analitic şi graficoanalitic al rezistenţelor de pornire este expus limpede şi pe scurt, ilustrat cu ajutorul cîtorva exemple numerice bine alese, care contribuie la întipărirea în memorie a principiilor teoretice.

Capitilul III „Bazele dinamicii acţionării electrice" este consacrat problemei cuplurilor, a momentelor de giraţie, a construirii diagramelor cuplurilor, a determinării timpului de pornire şi frînare şi a pierderilor de energie la pornire.

Pentru completarea noţiunilor de bază referitoare la acţionarea electrică în capitolul IV sînt tratate regimurile de funcţionare ale motoarelor electrice şi determinarea puterii acestora. După cum era de aşteptat, se insistă asupra regimului intermitent, dîndu-se metode simple şi practice de recalculare a puterii motorului la funcţionarea lui cu o durată de conectare diferită de aceea indicată pe plăcuţă.

In capitolul V — sînt descrise tipurile de motoare folosite în industria metalurgică, dîndu-se clasificarea lor şi noţiunile necesare pentru alegerea tipului de construcţie potrivit condiţiilor de exploatare.

In capitolul VI sînt descrise aparatele şi dispozitivele pentru controlul, comanda, protecţia şi reglarea maşinilor şi reţelelor electrice.

Acest capitol este deosebit de interesant prin faptul că sînt date principiile de construcţie şi funcţionare ale aparatajului modern folosit în secţiile metalurgice şi se dau caracteristicile principale ale materialului sovietic care este în exploatare şi în instalaţiile din ţara noastră. Fiecare tip de aparat descris este ilustrat cu schiţe şi scheme de conexiuni ceea ce uşurează înţelegerea expunerii şi aplicarea în practică a cunoştinţelor căpătate.

Tehnica ionică şi electronică are o aplicare din ce în ce mai largă în acţionarea electrică.

Capitolul VII este consacrat tuburilor electronice, releelor de timp electronice, gazotroanelor şi titratroanelor, redresoarelor cu mercur şi uscate, precum şi fotoelementelor şi fotoreleelor.

In capitolul VIII este tratată problema comenzii automate a acţionărilor electrice. Sînt descrise procedee moderne de automatizare cu maşini electrice amplificatoare şi cu amplidine, precum şi comanda pe grilă a aparatelor electrice şi ionice.

Problema accelerării proceselor tranzitorii, accelerare necesară din cauză că maşinile acţionărilor principale ale laminoarelor au o constantă de timp mare este tratată sugestiv în paragraful „Forţarea proceselor tranzitorii". Pentru cazul schemei cu amplidine se arată mijloacele practice de stabilizare a proceselor oscilatorii care duc la perturbarea funcţionării normale a schemei.

In capitolul IX—XII — este analizat amănunţit echipamentul electric principal al uzinelor metalurgice din punct de vedere constructiv, dîndu-se descrierea lui, sînt studiate schemele cinematice, procedeele de acţionare a mecanismelor de protecţie, comanda manuală şi automată, dispozitivele de producţie şi criteriile de alegere a echipamentului.

Echipamentul electric al macaralelor, care permite mecanizarea transportului greutăţilor, este tratat pe larg dîndu-se toate indicaţiile necesare în practica exploatării. Numeroasele scheme de conexiuni şi scheme desfăşurate pentru tipurile de macarale din industria metalurgică sînt analizate în adîncime.

In capitolul referitor la echipamentul electric al secţiei de furnale se dă o caracterizare generală a acestei secţii, după care se arată principiile de acţionare electrică necesare pentru asigurarea funcţionării neîntrerupte a mecanismelor principale ale acestei secţii. Un loc important îl ocupă problema automatizării proceselor de încărcare a furnalului şi comanda programului sistemului de încărcare, precum şi acţionarea electrică a elevatorului cu schipuri după diferite procedee. Acţionarea mecanismelor auxiliare este de asemenea tratată pe baza celor mai moderne procedee. Capitolul se încheie cu descrierea filtrelor electrice pentru curăţirea gazelor de furnal.

Echipamentul electric al oţelăriilor cuprinde descrierea practică a secţiei cuptoarelor Martin, acţionarea electrică a melanjorului, a maşinii de încărcat şarja, reglarea automată a regimului termic al cuptorului Martin, descrierea cuptoarelor cu arc pentru topirea oţelului şi cuptoarelor cu inducţie.

Ca şi capitolele precedente, capitolul" Acţionarea electrică la laminoarelor" începe prin descrierea procedeelor tehnologice, a utilajelor folosite, după care se trece la clasificarea acţionării electrice a laminoarelor, la determinarea puterii motoarelor de acţionare şi la diferitele procedee de acţionare electrică după specificul fiecărui mecanism. Diferitele procedee de acţionare sînt expuse în mod critic. Interesul acestui capitol este ridicat şi prin faptul că sînt descrise cele mai moderne procedee de acţionare elaborate de tehnica sovietică.

Acest capitol este completat cu tratarea problemelor de acţionare electrică a mecanismelor auxiliare din secţia de laminoare. Dat fiind numărul mare al acestor mecanisme într-o secţie modernă de laminoare, funcţiile variate pe care le au şi rolul lor important în procesul tehnologic, autorii au dat acestui capitol atenţia cuvenită.

In capitolul XIV este descrisă pe scurt construcţia şi utilizarea sălilor de maşini electrice şi este tratată problema gospodăriei de ulei şi a ventilaţiei maşinilor electrice mari.

Problema alimentării cu energie electrică a secţiilor uzinelor metalurgice este deosebit de importantă, deoarece toate secţiile metalurgice de bază fac parte din categoria I-a de consumatori (la care întreruperea alimentării este strict interzisă).

In capitolul XV în care se tratează această problemă, se dau criteriile de alegere a naturii curentului şi a tensiunii, sînt descrise staţiile şi posturile de transformare de atelier. Se trece apoi la calcularea reţelelor electrice după diferite criterii. In încheiere se tratează pe scurt problema protecţiei reţelelor şi a economisirii de energie.

In capitolul XVI se tratează iluminatul electric al secţiilor metalurgice dîndu-se indicaţiile referitoare la asigurarea unui flux luminos constant şi insistînd asupra iluminatului de lucru specific nevoilor industriei metalurgice.

In capitolul XVII se dau indicaţii practice cu privire la exploatarea şi întreţinerea echipamentului electric, maşini aparate şi reţele. Capitolul se încheie cu organizarea exploatării şi a reparaţiilor preventive planificate ale echipamentului electric pe baza regulilor de exploatare tehnică.

Capitolul XVIII este consacrat tehnicii securităţii în exploatarea şi repararea echipamentului electric.

Traducere are un stil vioi şi curgător, realizarea grafică este mulţumitoare. Există unele scăpări de terminologie (de exemplu cuplă în loc de cuplaj, frînare prin contracurent, în lor de frînare prin contraconexiune).

Cartea a fost scrisă ca manual didactic de nivel mediu. Prin bogăţia materialului, nivelului de tratare (deşi utilizează un aparat matematic elementar) şi mai ales prin felul practic de tratare şi rezolvare a problemelor expuse, cartea este de un real folos tehnicienilor şi inginerilor care se ocupă cu echipamentul electric al uzinelor metalurgice.

Ing. **S. E.**

Regulamentul pentru utilizarea energiei electrice

In îndeplinirea sarcinilor ce decurg din Directivele Congresului al II-lea al P.M.R., una din preocupările de prim ordin este reducerea preţului de cost. Cum în structura preţului de cost al producţiei un loc important îl ocupă şi cheltuielile pentru materiale, materii prime, combustibil, energie electrică etc., este necesar ca să se ia toate măsurile în vederea unui consum cît mai economic, în vederea reducerii preţului de cost.

In ceea ce priveşte energia electrică, o acţiune de utilizare cît mai raţională a început prin cîteva hotărîri ale Consiliului de Miniştri, apărute între anii 1950 — 1954, referitoare la această problemă.

Tot în cadrul acestei acţiuni, a mai apărut Hotărîrea Consiliului de Miniştri nr. 188/1955, referitoare la tarifarea energiei electrice, precum şi normativul privind instalaţiile electrice de utilizare elaborat de Comitetul de Stat pentru Arhitectură şi Construcţii şi Ministerul Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice (MEEIE).

In completarea legiferării necesară acestei acţiuni importante, MEEIE, a elaborat un regulament pentru utilizarea energiei electrice care a fost aprobat de Consiliul de Miniştri prin H.C.M. nr. 316/1956 şi a intrat în vigoare de la 1 martie a. c. (Editura OPED MEEIE 1956)

La întomirea acestui regulament s-a folosit şi experienţa U.R.S.S. în această materie.

Regulamentul se compune din patru părţi şi anume:

In partea I-a care se referă la utilizarea energiei electrice în întreprinderi, organizaţii economice şi instituţii, se tratează în general, următoarele probleme:

— condiţiile de contractare între întreprinderile furnizoare de energie electrică ale MEEIE şi consumatorii de energie electrică — (întreprinderi industriale, organizaţii economice şi instituţii);

— formalităţile pentru racordarea instalaţiilor electrice ale consumatorilor la reţelele publice;

— proiectarea şi montarea instalaţilor electrice;

— instalarea aparatelor de măsură şi control;

— racordarea şi controlul tehnic al instalaţiilor electrice ale consumatorilor;

— exploatarea instalaţiilor electrice de către consumatori;

— supravegherea instalaţiilor electrice;

— plata pentru furnizarea energiei electrice;

— condiţiile de întrerupere a furnizării energiei electrice;

— responsabilitatea întreprinderilor de electricitate pentru furnizarea insuficientă şi calitatea necorespunzătoare a energiei electrice.

In partea II-a se tratează problemele similare de mai sus, adaptate şi aplicate la consumatorii care utilizează energia electrică în locuinţe sau la consumatori cu puteri sub 50 kW.

In partea III-a se tratează problema instalatorilor electricieni autorizaţi astfel:

— cine poate fi instalator electrician autorizat;
— condiţiile pentru obţinerea autorizaţiei;
— drepturi şi datoriile acestora;
— abateri şi sancţiuni.

In partea IV-a sînt arătate un număr de anexe:

— patru tipuri diferite de contracte pentru furnizarea şi consumul de energie electrică;
— 1 dosar tip pentru o instalaţie electrică la consumator;
— 1 contract tip pentru executarea unui branşament electric.

Avînd în vedere importanţa deosebită a utilizării cît mai raţională a energiei electrice, apariţia acestui regulament vine să completeze un gol simţit în această problemă.

Prin acest regulament se stabileşte, în mod judicios, raporturile ce trebuie să existe între furnizorul şi consumatorul de energie electrică.

Regulamentul este necesar a fi cunoscut de toţi consumatorii de energie electrică, în general şi de inginerii şi tehnicienii care au în preocuparea lor principală, probleme energetice în special. De asemenea, trebuie să fie cunoscute şi de toţi acei ce se ocupă cu proiectarea şi executarea instalaţiilor electrice interioare, racorduri sau branşamente electrice.

Cunoaşterea şi aplicarea întocmai a dispoziţiilor acestui regulament, va aduce o îmbunătăţire în consumul de energie electrică, care trebuie să fie cît mai raţional, problema interesînd îndeaproape economia naţională.

Deoarece acest regulament este întocmit de MEEIE şi se aplică numai consumatorilor racordaţi al reţelelor întreprinderilor de electricitate tutelate de MEEIE şi cum în ţară, în anumite localităţi producerea şi distribuţia energiei electrice se face de către întreprinderi aparţinînd sfaturilor populare (întreprinderi comunale de electricitate) sau a altor departamente, este necesar ca de îndată să se adapteze acest regulament, elaborîndu-se unul similar şi de către ceilalţi producători şi distribuitori de energie electrică, creînd astfel condiţiile unei politici energetice unitare pe R.P.R.

Ing. **G. Panaiteseu**

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R şi Ministerului Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice * Redacţia: Bucureşti, str. Ioan Ghica nr. 3. Raionul Tudor Vladimirescu, Telefon: 3.57.28 şi 3.07.30 *Administraţia şi caseria: Calea Victoriei nr. 118, Raionul I. V. Stalin Revista este editată de „A.S.I.T." * Abonamentele se primesc la toate oficiile poştale de la oraşe şi sate, prin factorii poştali, la secţiile raionale de Difuzare a Presei şi la *sediul Redacţiei din str. Ioan Ghica nr. 3* * Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anual; Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual; Preţul unui exemplar: lei 5.

E 2039

KAT

ENERGETICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

7

REVISTA ENERGETICA
1956

SUMAR

Pag.

* * *: Al II-lea Congres al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. . 309

Stăncescu D. I. şi *Voinea M.*: Valorificarea termică a combustibililor în cazul termoficării urbane sau alimentării cu gaze naturale în condiţiile din ţara noastră . . . 310

Militaru P. şi *Schapira W.*: Contribuţii la calculul instalaţiilor pentru iluminatul exterior folosind proiectoare şi aparate de iluminat montate înclinat 323

Pavel D.: Turbine Kaplan de mare cădere . 332

Weiss M.: Calculul tehnico-economic comparativ între treeratul acţionat cu tractor şi cu motor electric 341

ENERGETICA PESTE HOTARE 347

PRESCRIPŢII ŞI INSTRUCŢIUNI M.E.E.I.E.

Manolescu Gh.: Modificări şi completări aduse prescripţiilor emise de Ministerul Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice . . . 349

DOCUMENTARE 350

DIN ACTIVITATEA A.S.I.T. 355

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

* * *: Второй конгресс общества инженеров и тнхников Р.Н.Р. (АСИТ) 309

Д. И. Станческу, М. Войня: Тепловое использование топлива при городской теплофикации или газоснабжении в условиях нашей страны 310

П. Милитару, В. Шапира,: Расчет установок для внешнего освещения 323

Д. Павел: Высоконапорные турбины Каплана 332

М. Вайсс: Сравнительный технико-экономический расчет молотилки с тракторным и электрическим приводом 341

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА 347

ПРЕДПИСАНИЯ И ИНСТРУКЦИИ МИНИСТЕРСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Г. Манолеску: Изменения и дополнения к предписаниям Министерства электроэнергии и электрической промышленности . . 349

ДОКУМЕНТАЦИЯ 350

ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А.С.И.Т. 355

SOMMAIRE

Page

* * *: Le II-éme Congrés de l'Association des Ingenieurs et Techniciens de la R.P.R. . . 309

Stăncescu D. I. et *Voinea M.*: La valorification thermique des combustibles au cas de la thermification des villes ou de l'alimentation avec du gaz naturel dans les conditions de notre pays 310

Militaru P. et *Schapira W.*: Contributions au calcul des installations pour l'éclairage extérieur à l'aide de projecteurs et appareils d'éclairage montés en plan incliné 323

Pavel D.: Turbines Kaplan à grande chute . 332

Weiss M.: Le calcul technico-éeconomique comparatif du battage exécuté à l'aide du tracteur et moteur électrique 341

L'ENERGETIQUE A L'ETRANGER . . 347

PRESCRIPTIONS ET INSTRUCTIONS DU MINISTERE DE L'ELECTRICITE . . .

Manolescu Gh.: Modifications et suppléments apportés aux prescriptions émises par le Ministère de l'Electricité 349

DOCUMENTATION 350

DE L'ACTIVITÉ A.S.I.T. 355

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

* * *: Der II Kongress des wissenschaftliches Verband der Inginieur und Techniker aus der R.V.R. 309

Stăncescu D. I. und *Voinea M.*: Verwertung der Brennstoffwärme im Falle städtischer Fernheizung oder Erdgasverteilung unter den in Rumänien herrschenden Verhältnissen . 310

Militaru M. und *Schapira W.*: Beiträge zur Berechnung der elektrischen Aussenbeleuchtungsanlagen bei Verwendung von geneigt aufgestellten Scheinwerfern und Beleuchtungskörpen 323

Pavel D.: Kaplanturbinen mit grossem Gefälle 332

Weiss M.: Vergleichende technisch-wirtschaftliche Berechnungen der mittels Traktor oder elektrischen Motor ausgeführten Dreschar-beitenn 341

DIE ENERGETIK IM AUSLANDE 347

VORSCHRIFTEN UND ANLEITUNGEN DES ELEKTRIZITATSMINISTERIUMS

Manolescu Gh.: Abänderungen und Ergänzungen im Rahmen des Elektrizitätsministeriums erschienen Vorschriften und Anleitungen 349

SCHRIFTTUM 350

AUS DER A.S.I.T. TAETIGKEIT 355

E 2039

TULAJDONA

ENERGETICA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacţie

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R
ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul IV ★ 1956 ★ Nr. 7 Redacţia: Bucureşti, str. I. Ghica nr. 3 ★ Tel. 3.07.30 3.57.28

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
OBMEH - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

AL II-LEA CONGRES AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R.P.R.

COMUNICAT

Consiliul Central A.S.I.T. a hotărît convocarea Congresului al II-lea al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi tehnicienilor din R.P.R. în luna noembrie a. c., cu următoarea ordine de zi:

1. *Darea de seamă a Consiliului Central A.S.I.T. asupra activităţii Asociaţiei.* (Raportor Acad. N. Profiri — preşedintele A.S.I.T.).

— *„Introducerea şi extinderea tehnicii noi în industria socialistă a R.P.R.“* (Raportor prof. Şt. Bălan — membru corespondent al Academiei R.P.R. vicepreşedinte al A.S.I.T.).

— *„Organizarea ştiinţifică a producţiei în întreprinderile industriale din R.P.R.“* (Raportor prof. C. Atanasiu — membru al Biroului Consiliului Central A.S.I.T.).

— *„Introducerea tehnicii noi şi organizarea ştiinţifică a producţiei agricole socialiste în R.P.R.“* (Raportor acad. G. Ionescu-Sisești şi prof. N. Giosan).

— *„Pregătirea şi folosirea cadrelor tehnico-inginereşti în R.P.R.“* (Raportor acad. E. Carafoli — vicepreşedinte al A.S.I.T. şi prof. T. Tănăsescu — membru corespondent al Academiei R.P.R. vicepreşedinte al A.S.I.T.).

2. *Raport asupra statutului modificat al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor* (Raportor ing. O. Rusu — Prim secretar al A.S.I.T.).

3. *Alegerea Consiliului Central A.S.I.T. şi a Comisiei de revizie.*

Lucrările Congresului se vor desfăşura în şedinţe plenare şi şedinţe pe secţii de specialitate.

Valorificarea termică a combustibililor în cazul termoficării urbane sau alimentării cu gaze naturale în condiţiile din ţara noastră

Conf. ing. IOAN D. STĂNCESCU şi Asist. ing. MIRCEA VOINEA

Problema oportunităţii termoficării urbane în ţara noastră a fost nu rareori pusă la îndoială, prin întrebarea dacă în condiţiile speciale existente la noi datorite posibilităţii alimentării cu gaze naturale, termoficarea urbană îşi menţine avantajele ei tehnico-economice. Articolul de faţă, care este un extras din lucrarea cu acelaşi titlu întocmită în cadrul catedrei de termotehnică a Facultăţii de Instalaţii a Institutului de Construcţii, din Bucureşti şi prezentată în cadrul sesiunii ştiinţifice unite din iunie 1956, a Institutului Politehnic şi Institutului de Construcţii constituie o primă contribuţie la lămurirea acestei probleme pe baze tehnico-economice. Deşi nu se tratează decît un prim aspect şi anume cel al economiei de combustibil şi acesta limitat la analiza a numai două variante, totuşi concluziile energetice obţinute sînt interesante şi impun necesitatea continuării examinării şi a celorlalte aspecte ale acestei probleme.

Dezvoltarea rapidă a diverselor ramuri ale energeticii în ţara noastră, impusă de ritmul de industrializare şi de satisfacerea consumului mereu crescînd de energie pentru ameliorarea condiţiilor de muncă şi de trai, pune importante probleme energetice, printre care şi aceea a determinării soluţiilor celor mai interesante pentru alimentarea marilor aglomeraţii urbane sau noi centre muncitoreşti. Toate aceste centre au nevoie de importante cantităţi de energie electrică şi căldură. In timp ce pentru energia electrică nu mai intră în considerare decît producerea centralizată în mari centrale electrice, pentru alimentarea cu căldură există în prezent mai multe soluţii principial posibile a căror oportunitate nu se poate judeca decît pe bază de studii tehnico-economice corespunzătoare. In mare, soluţiile posibile pentru alimentarea cu cele două feluri de energii se grupează în următoarele categorii:

A. *Producerea separată de energie electrică şi căldură*

In timp ce energia electrică se produce în centrale hidroelectrice mari sau centrale termoelectrice lucrînd în regim de pură condensaţie (*CTE*), căldura poate fi produsă în diferite variante:

a) *centralizat* în centrale termice (*CT*) alimentînd:

1) un cartier sau un raion (*CR*);

2) o grupă de clădiri sau un cvartal (*CG*);

b) în *instalaţii proprii* ale clădirii respective:

1) în cazanele deservind instalaţia de încălzire şi apă caldă (*CI*);

2. In sobele încăperilor clădirii (*S*).

In ceea ce priveşte alimentarea cu combustibil, în toate variantele de mai sus putem întîlni:

—alimentarea cu combustibil transportat la locul de consum respectiv prin mijloacele obişnuite de transport (în cazul folosirii de combustibil solid, lichid sau gaze lichefiate);

— alimentarea cu combustibil dintr-o reţea generală de distribuţie (cazul gazelor naturale respectiv parţial al gazelor artificiale).

B. *Producerea combinată de energie electrică şi căldură în centrale de termoficare (CET) şi distribuirea centralizată a căldurii astfel produse printr-o reţea termică generală, adică aplicarea termoficării*

In cazul folosirii combustibililor solizi sau lichizi, la avantajele economice cunoscute ale termoficării în ceea ce priveşte economia de combustibil şi de deservire a instalaţiilor, se adaugă avantajele legate de ameliorarea condiţiilor sanitare şi higienice ce decurg din arderea centralizată a acestor combustibili în mari instalaţii cu toate perfecţionările tehnice, faţă de arderea izolată în multe instalaţii mici şi relativ primitive (vicierea aerului prin resturile arderii, fie antrenate în gazele de ardere fie evacuate sub formă de zgură, cenuşe etc., sau chiar prin multiplele transporturi de combustibil spre locurile de ardere). Aceste avantaje diferă evident în funcţie de soluţiile comparate şi sînt cu atît mai mari cu cît gradul de centralizare al producerii căldurii este mai redus.

In condiţiile ţării noastre, în care dispunem de gaze naturale, adică de un combustibil a cărui distribuţie se poate face prin reţele generale şi a cărui ardere, chiar cînd are loc în instalaţiile mici cu randamente mai reduse, nu conduce la produsele de ardere atît de supărătoare pentru higiena aglomeraţiilor respective, comparaţia tehnico-economică a soluţiilor de termoficare şi a folosirii directe a acestui combustibil numai pentru producerea căldurii, capătă un deosebit interes. Se naşte cu drept cuvînt întrebarea, dacă avantajele din punct de vedere al higienii oraşelor pierd cea mai mare parte din importanţa lor şi întrucît arderea combustibilului gazos în instalaţii mai mici se face cu randamente superioare faţă de arderea

combustibililor solizi şi chiar într-o oarecare măsură şi faţă de cei lichizi, avantajele tehnice şi economice rămase mai sînt suficiente pentru justificarea oportunităţii termoficării şi în aceste condiţii?

La această întrebare se poate răspunde întîi în general cu cîteva consideraţii de principiu :

a) Gazele naturale trebuie considerate în primul rînd o materie primă de cea mai mare importanţă pentru industria chimică, şi întrucît rezervele cunoscute ale zăcămintelor din ţara noastră, deşi importante, sînt totuşi relativ reduse ; dacă sînt privite într-o lungă perspectivă, se impune o gospodărire îngrijită a utilizării lor.

b) Dacă trecător este necesar a se face un apel mai mare la acest combustibil pentru echilibrarea balanţei generale de combustibil a ţării în care primează reducerea consumului de lemne, aceasta nu înseamnă că nu trebue căutată valorificarea optimă a cantităţilor destinate arderii.

c) Valorificarea optimă trebuie să se facă prin mărirea randamentului termic al proceselor respective.

d) Dacă este posibil trebuie mers şi mai departe şi anume la restrîngerea folosirii gazelor pentru anumite domenii, prin adoptarea unor procese care pot folosi în acelaşi scop şi combustibili solizi, eventual chiar combustibili inferiori.

Termoficarea oferă principial soluţii pentru ambele ultime alternative, cu condiţia în ceea ce priveşte ultima, a posibilităţii unui transport raţional de combustibil pînă la *CET*, care este legată de centrul de consum.

In al doilea rînd trebuie însă demonstrat în condiţiile concrete date, oportunitatea termoficării printr-un calcul tehnico-economic comparativ.

In acest spirit a fost întocmită lucrarea de faţă, care îşi propune cercetarea concretă a acestei oportunităţi în ceea ce priveşte termoficarea urbană. Aceasta înseamnă cercetarea acestei oportunităţi în condiţiile cele mai defavorabile termoficării, deoarece la termoficarea industrială condiţiile joacă categoric în favoarea termoficării de la anumite cifre minimale de consum termic în sus, deoarece durata de utilizare mare a sarcinii termice şi lipsa investiţiilor costisitoare într-o reţea termică mult ramificată, ponderează categoric faţă de orice alte soluţii.

Ca variante de comparaţie s-au ales :

—Varianta *CET*—adică producerea de energie electrică şi căldură într-o centrală de termoficare şi distribuirea căldurii astfel produse printr-o reţea termică, pentru acoperirea necesităţilor de căldură de potenţial redus (încălzire, ventilaţie, alimentare cu apă caldă).

—Varianta *CTE*+*CI*—adică producerea separată a energiei electrice într-o centrală termoelectrică lucrînd în regim de pură condensaţie şi producerea căldurii în instalaţii proprii de cazane a fiecărei clădiri.

Pentru ambele variante s-a presupus folosirea de gaze naturale drept combustibil şi anume : arse centralizat în *CET* în prima variantă şi arse în *CTE* respectiv distribuite dintr-o reţea de gaze a oraşului în cea de a doua variată ; nu s-a luat în comparaţie consumul de combustibil pentru gătit—care nu poate fi acoperit prin termoficare în prima variantă—presupunîndu-se în ambele cazuri folosirea în bucătării a gazelor naturale.

După cum se va arăta în capitolul următor, comparaţia variantelor trebuie făcută complex, după diferite criterii tehnice şi economice. Lucrarea de faţă se mărgineşte însă la determinarea unui prim aspect al problemei, adică la comparaţia valorificării termice a combustibilului în cele două variante, cu alte cuvinte la determinarea *economiei de combustibil* ce se poate realiza prin termoficare. Rămîne ca obiect al unor lucrări ulterioare determinarea investiţiilor şi cheltuelilor anuale corespunzătoare ca şi compararea complexă a soluţiilor din toate punctele de vedere.

Deşi constituie numai o primă treaptă, rezultatele obţinute sînt totuşi final concludente din punct de vedere *energetic*, pentru variantele alese, rămînînd de completat ulterior numai aspectele tehnico-economice mai sus enumerate.

1. Determinarea soluţiilor optime din punct de vedere tehnico-economic

După cum s-a arătat, în energetică în general şi deci şi pentru termoficare respectiv alimentări cu gaze, studiile tehnico-economice prezintă o importanţă deosebită, deoarece cu ajutorul lor se determină soluţiile optime din punct de vedere tehnico-economic.

Alegerea soluţiei optime se poate face după diferite criterii economice. Dintre acestea, cele mai uzuale sînt :

—*criteriul cheltuelilor anuale minime*, care este un criteriu clasic ; soluţiile corespunzătoare implică însă, de cele mai multe ori, eforturi mari de investiţii, nu întodeauna oportune sau posibil a fi realizate în anumite stadii iniţiale de dezvoltare economică ;

—*criteriul investiţiilor minime*, care în general nu este un criteriu hotărîtor, dar care poate influenţa alegerea unei soluţii în anumite condiţii economice ;

—*criteriul intervalului de recuperare limită*, care reprezintă durata în care plusul de investiţii al unei soluţii raţionale, $\Delta I = I_1 - I_2$ se recuperează din economia de cheltuieli anuale $\Delta C = C_2 - C_1$, faţă de celelalte soluţii echivalente din punct de vedere economic ce întră

în comparaţie. Acest criteriu va fi notat cu: $n = \frac{\Delta I}{\Delta C}$ ani.

Valoarea maximă admisibilă pentru n variază în funcţie de ramura economică respectivă şi depinde mai ales de stadiul general de dezvoltare a întregii economii.

Determinarea factorului n se face prin stabilirea:

—investiţiilor minime (I_1) ce corespund unei soluţii din mai multe ce se compară şi care implică anumite cheltueli anuale: C_1;

—cheltuelilor anuale minime (C_2) ce corespund unei alte soluţii din grupul soluţiilor ce intră în comparaţie şi care necesită un anumit efort de investiţii I_2.

Apoi urmărind variaţia valorilor parametrilor respectivi la celelalte soluţii intermediare se caută raporturile $n = \frac{\Delta I}{\Delta C}$ care să se încadreze în valorile limită date şi dintre ele se alege soluţia cea mai indicată, fie după valoarea n minimă sau după cheltuelile anuale minime cu un n mai mare, însă sub valoarea limită.

2. Consumul de combustibil, element important al cheltuielilor anuale

Soluţia optimă se alege după criteriile indicate, între care se găseşte şi cel al cheltuelilor anuale.

In această lucrare, după cum s-a arătat la început, se analizează numai un aspect al acestei probleme şi anume consumul de combustibil. Pentru a se putea înţelege importanţa acestui criteriu în cele ce urmează se va reda componenţa cheltuelilor anuale:

—*cheltueli variabile*, ce reprezintă: costul combustibilului, cheltueli de întreţinere, salariile personalului etc;

—*cheltueli fixe*, constituite din cotele de amortizare ale investiţiilor făcute şi cotele pentru reparaţii capitale.

In comparaţia cheltuelilor anuale o pondere foarte mare o are postul *costul combustibilului*. De aici rezultă importanţa randamentului (η) a instalaţiei de producere a căldurii necesare diverşilor consumatori.

De asemenea trebuie remarcat că factorul combustibil are şi o importanţă în sine ca element al balanţei energetice globale şi poate fi luat ca atare el însăşi ca un criteriu de comparaţie. Aceasta se datoreşte faptului că realizarea unui consum mai mic de combustibil nu înseamnă numai o economie de cheltueli anuale, ci şi un minus de efort de extracţie, care poate evita sau amîna eforturi mari în deschiderea de mine sau sonde noi care la rîndul lor sînt legate de investiţii ce se evită sau se amînă astfel pentru economia naţională.

De aci importanţa determinării economiei de combustibil căreia este dedicată lucrarea de faţă.

3. Natura mărimea şi variaţiile consumului de căldură

31. Consumurile de căldură în centrele populate.

Intrucît în cazul de faţă interesează numai consumurile termice ce pot fi acoperite prin termoficarea urbană, se vor analiza numai acestea, încercînd a le determina după natura, mărimea şi variaţia lor în timp. In această privinţă se disting următoarele consumuri:

a) necesarul de căldură pentru încălzire;

b) necesarul de căldură pentru ventilaţie;

c) necesarul de căldură pentru alimentarea cu apă caldă, adică necesităţi de căldură legate de asigurarea condiţiilor normale de muncă şi trai al populaţiei, ceea ce subliniază importanţa socială a termoficării urbane.

In ceea ce priveşte caracterul variaţiei în timp, primele două categorii de consum de căldură— pentru încălzire şi ventilaţie— au un caracter sezonier, în timp ce ultima reprezintă o sarcină permanentă.

Nu este cazul a se examina mai îndeaproape aceste consumuri, deoarece ele au fost analizate într-un articol precedent în cadrul acestei reviste [1].

3.2. **Sarcina termică totală şi variaţia ei.** Sarcina termică totală constituie unul din elementele energetice de bază pentru studiul şi dimensionarea instalaţiilor de termoficare, atît în ceea ce priveşte instalaţiile de producere cît şi cele de transport şi distribuţie.

In situaţia actuală de la noi, în care nu dispunem de date de exploatare a unor sisteme de termoficare, s-au folosit pentru stabilirea sarcinii termice totale ,diagrama anuală de durată adică curba clasată a consumurilor orare totale de căldură.

4. Determinarea economiei de combustibil pe baza valorilor randamentelor medii anuale ale diferitelor instalaţii

In principiu, economia de combustibil în soluţia de termoficare (CET) faţă de soluţia producerii separate a energiei electrice în centrale termoelectrice (CTE) de pură condensaţie şi a căldurii în cazane individuale (CI), este dată în relaţia:

$$\Delta B = (B'_{CTE} + B'_{CI}) - B'_{CET} \quad \text{kcal/an}$$

în care:

B'_{CET} — consumul anual de combustibil al centralei de termoficare în kcal/an;

B'_{CTE} — consumul anual de combustibil pentru centrala termoelectrică cu pură condensaţie, în kcal/an;

B'_{CI} — consumul anual de combustibil pentru instalaţiile de cazane individuale, în kcal/an.

Sub o formă mai desvoltată relaţia devine:

$$\Delta B = (E_T + E^{cd}_{CET}) \frac{860}{\eta_{CTE}} + \frac{Q_c}{\eta_{CI}} - \left[\left(\frac{Q_c}{\eta_r} + \frac{860\, E_T}{\eta_m \eta_g}\right)\frac{1}{\eta_c} + E^{cd}_{CET}\, b^{cd}_{CET}\right] \text{ kcal/an}$$

$$\Delta B = 860\, E_T \left(\frac{1}{\eta_{CTE}} - \frac{1}{\eta_m \eta_g \eta_c}\right) + Q_c \left(\frac{1}{\eta_{CI}} - \frac{1}{\eta_r \eta_c}\right) - E^{cd}_{CET} (b^{cd}_{CET} - b_{CTE}) \text{ kcal/an}$$

în care:

E_T este energia electrică ce se produce anual în *CET* în regim de termoficare, adică din destinderea aburului care livrează căldura necesară la consumator $\frac{Q_c}{\eta_r}$, în kWh/an;

η_m — randamentul mecanic al turbinei (valoarea medie anuală);

η_g — randamentul generatorului electric (valoarea medie anuală);

η_c — randamentul cazanelor de abur ale *CET* (valoarea medie anuală);

η_{CTE} — randamentul centralei termoelectrice cu condensaţie *CTE* (valoarea medie anuală);

Q_c — cantitatea de căldură anuală cerută de consumatorii termici, în kcal/an;

η_{CI} — valoarea medie anuală a randamentului tuturor instalaţiilor de cazane individuale ce ar produce Q_c;

η_r — randamentul mediu al reţelei termice de transport şi distribuţie;

E^{cd}_{CET} — energia electrică ce trebuie produsă anual în regim de condensaţie în *CET* astfel încît $E_T + E^{cd}_{CET}$ să fie egală cu energia electrică (E) cerută de consumatori, în kWh/an;

b_{CTE} — consumul specific de căldură al centralei termoelectrice cu condesaţie pură (*CTE*), în kcal/kWh;

b^{cd}_{CET} — consumul specific de căldură pentru energia electrică produsă în partea de condensaţie a *CET*, în kcal/kWh.

Sub ultima formă, expresia ce redă economia de combustibil este alcătuită din trei termeni a căror semnificaţie fizică este următoarea:

— primul termen reprezintă economia de combustibil datorită producerii de energie electrică în regim de termoficare;

— al doilea reprezintă economia de combustibil datorită centralizării alimentării cu căldură;

— al treilea indică plusul de consum de combustibil, condiţionat de utilizarea centralei electrice de termoficare (*CET*) în regim defavorabil de condensaţie.

Acest factor, după cum se poate observa, este un element diminuant al economiei de combustibil şi influenţa sa trebuie restrînsă prin micşorarea la minimum a regimului de condensaţie.

Această formulă pentru calculul economiei de combustibil, este o formulă generală în care apar cantităţile de energie livrate şi consumate anual, iar valorile randamentelor sînt valori medii anuale. Ea redă foarte plastic influenţele diferitelor elemente determinate, însă nu poate fi aplicată practic ca atare din cauza variaţiilor orare ale: sarcinii electrice P şi sarcinii termice Q, care au ca urmare variaţii ale mărimilor η_{CTE}, η_{CI}, η_c, b^{cd}_{CET} a căror valori medii anuale nu pot fi direct stabilite. Aceste variaţii influenţează şi repartiţia între E_T şi E^{cd}_{CET}.

Pentru a prinde totuşi corect comportarea instalaţiilor la variaţiile sarcinii electrice şi a celei termice, economia de combustibil trebuie să fie determinată prin metoda curbelor clasate anuale.

5. Determinarea consumului de combustibil pe baza curbelor clasate anuale ale sarcinii electrice şi termice pentru cele două variante comparate

5.1. Determinarea curbei clasate anuale a sarcinii termice orare totale se face în felul următor:

a) *Curba clasată anuală a consumului orar de căldură pentru încălzire.* Această curbă clasată redă consumurile orare pentru încălzire după mărimea şi frecvenţa, respectiv durata lor.

In cazul de faţă, în care se face o predeterminare a acestei diagrame, ea se poate construi pe baza datelor relative la durata diferitelor temperaturi exterioare în decursul sezonului de încălzire, ce pot fi urmărite uşor prin intermediul curbei clasate a temperaturilor exterioare.

Curba clasată a temperaturilor exterioare este necesară ca o diagramă auxiliară pentru construirea curbei clasate anuale a consumului de căldură pentru încălzire. Această curbă se construieşte prin ordonarea temperaturilor exterioare citite orar, după durata lor respectivă în cursul unui an, folosind în acest scop înregistrările meteorologice ale temperaturii. Deoarece regimul temperaturii exterioare variază sensibil de la an la an pentru un anumit centru, pentru a se obţine o curbă clasată reprezentativă, este necesară urmărirea unui număr suficient de ani caracteristici.

Folosind documentaţia existentă la Institutul de Studii şi Proiectări Energetice şi Institutul de Energetică al Academiei din R. P. R., şi prelucrări directe de date de la Institutul Meteorologic Central, s-au determinat curbele clasate medii ale temperaturii exterioare pentru următoarele centre:

1. Cîmpulung Moldovenesc Suceava;
2. Roman — Bacău;
3. Paşcani — Iaşi;
4. Tg-Ocna — Adjud;
5. Bucureşti;
6. Valea Jiului;
7. Arad.

Aceste curbe sînt trecute în partea de jos a fig. 1.

Determinînd consumul orar de căldură corespunzător unei anumite temperaturi exterioare

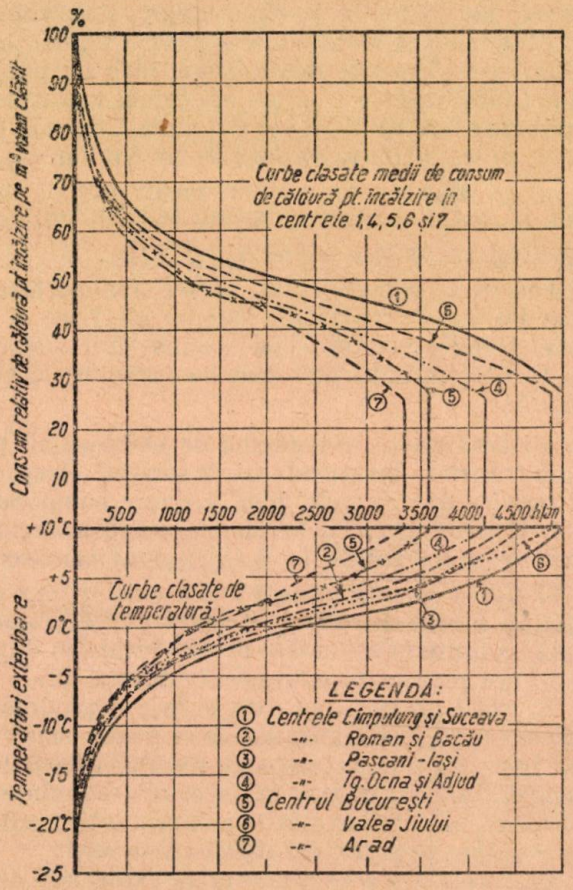


Fig. 1. Curbe clasate medii de consum de căldură pentru încălzire în diferite centre din țară.

și ordonîndu-l la durata anuală a acestei temperaturi, s-a obținut în partea de sus a aceleiași figuri, ordonatele consumului orar de căldură pentru încălzire, clasat după durata sa anuală, adică curba clasată anuală a consumului orar de căldură pentru 1 m³ clădit, pentru fiecare centru examinat.

Se menționează că pentru generalizare, curbele clasate anuale a consumului orar de căldură sînt redate sub formă de curbe procentuale, avînd ca referință curba pentru centrul 1.

Din această figură rezultă că durata anuală a sezonului de încălzire pentru centrale examinate este cuprinsă între 5.000 h pentru centrul *1* și 3.300 h pentru centrul 7. Aceste centre constituie extreme ale centrelor examinate. In cele ce urmează s-a cercetat și centrul *5*, considerînd că prin cele trei centre se cuprinde întregul domeniu de variație a consumului anual de căldură pentru încălzire.

Din motive de notație, de aici înainte curbele ce se vor întocmi pentru cele trei centre 1,5 și 7 vor fi notate cu *a*, *b* și *c*.

Reprezentarea procentuală a curbelor clasate anuale a consumului orar de căldură pentru încălzire permite utilizarea lor corespunzătoare la construcții de orice volum, cu condiția ca valoarea medie a caracteristicei de încălzire x să corespundă tipului respectiv de clădire.

b) *Curba clasată anuală a consumului orar de căldură pentru încălzire și ventilație.* In fig. 2 s-au determinat pentru centrele *a*, *b* și *c* curbele clasate anuale a consumului orar de căldură pentru încălzire și ventilație tot sub formă procentuală.

Deși prin natura sa intermitentă consumul de căldură pentru ventilație nu se clasează în același mod, adică după durata temperaturilor exterioare ca necesarul de căldură pentru încălzire, totuși determinarea curbei clasate procentuale pentru încălzire și ventilație s-a făcut într-o ipoteză simplificatoare, însă suficientă, pentru cadrul de față. Astfel determinarea curbei de încălzire plus ventilație s-a făcut cu relația:

$$q_i + q_v = 1{,}15\ q_i.$$

In fig. 2 sînt arătate cu linii groase curbele $q_i + q_v$ și cu linii mai subțiri q_i.

c) *Curba clasată anuală a sarcinii termice orare totale.* In fig. 3 s-a trecut la valori absolute constituindu-se curba clasată anuală a sarcinii

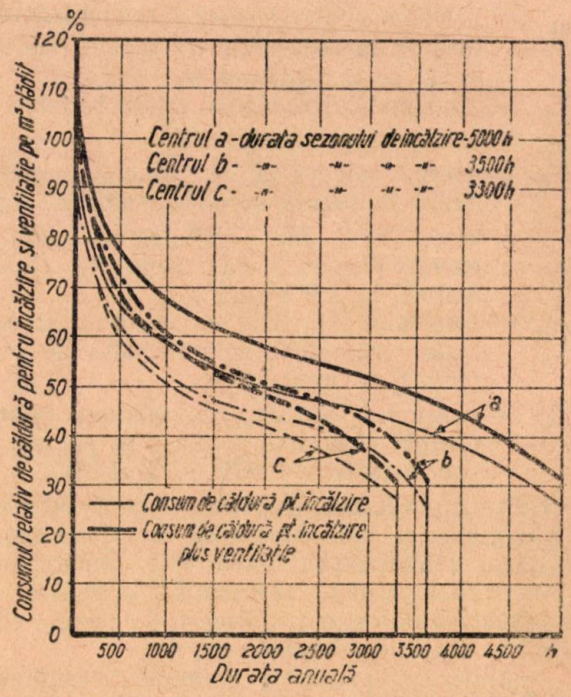


Fig. 2. Curbe clasate medii de consum de căldură pentru încălzire și ventilație pentru trei centre caracteristice din țară.

termice orare totale pentru cele trei centre *a*, *b* și *c*.

S-a considerat că în fiecare din aceste centre se găsește un oraș nou cu o populație de 100.000 locuitori.

Consumul total orar de căldură este compus din :

$$q = q_i + q_v + q_{ac} + q_r$$

în care :

q_i și q_v au semnificația arătată mai înainte, iar q_{ac}—reprezintă consumul orar de apă caldă și

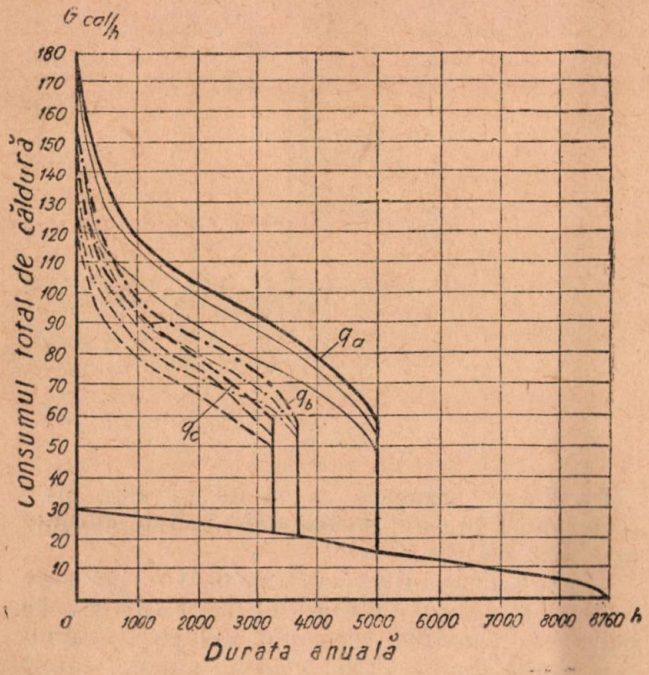


Fig. 3. Construcția curbei clasate a consumului total de căldură $q = q_i + q_v + q_{ac} + q_r$ pentru 100 000 locuitori în trei centre caracteristice din țară.

q_r — consumul de căldură aferent pierderilor din rețeaua termică.

Curba clasată anuală a consumului orar total de căldură s-a determinat pentru următoarele condiții :

— volumul clădirilor de locuit pentru 1 locuitor = 60 m³;

— consumul de căldură pentru ventilația clădirilor de locuit este 15% din cel de încălzit;

—consumul anual de apă caldă s-a luat de 1,5 Gcal/an loc; consumul maxim orar de apă

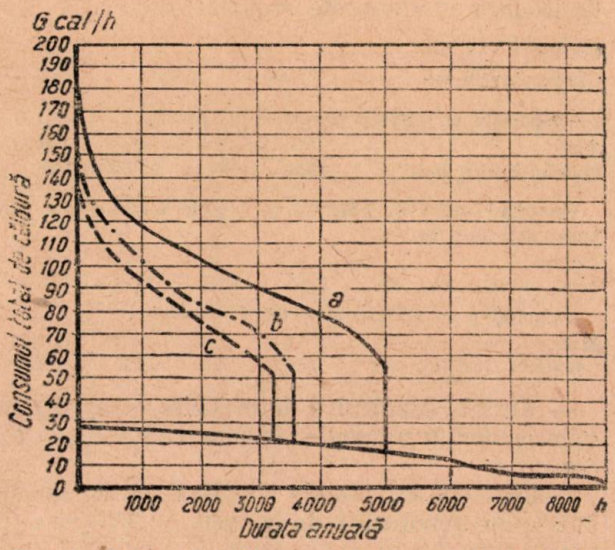


Fig. 4. Consumul total de căldură raportat la 100 000 locuitori din trei centre așezate în zone climatice diferite din țară.

Tabela 1

	Unitatea	Centrul		
		a	b	c
Consumul anual total de căldură Q	Gcal/an	535 000	385 000	350 000
Consumul orar mediu				
In sezonul de încălzire : q_{mz}	Gcal/h	100	90	86
In restul anului q_{mr}	„	9,35	11,7	11,95
Anual q_{ma}	„	54	44	40
$\frac{q_{m-z}}{q_{max}} \times 100$	%	54,5	57,5	60,0
$\frac{q_{mr}}{q_{max}} \times 100$	%	5,1	7,5	8,3
$\frac{q_{ma}}{q_{max}} \times 100$	%	29,5	28,2	28,0
Durata sezonului de încălzire	h/an	5 000	3 600	3 300
Consumul anual de căldură pe cap de locuitor	Gcal/loc. an	5,35	3,85	3,50
Consum orar maxim de căldură pe cap de locuitor	kcal/h.loc	1 860	1 620	1 500
Raport între consumurile anuale de căldură pe centre	%	100	72	65,5
Raport între consumurile orare de căldură pe centre	%	100	87	80,5

caldă s-a determinat considerînd durata de utilizare anuală a debitului maxim de 5.000 h;

— $q_r = 0{,}05\ q$.

In fig. 4 s-au păstrat numai curbele clasate anuale totale pentru cele trei centre examinate *a*, *b* şi *c*, valorile respective redîndu-se şi în tabela 1.

Din examinarea fig. 4 şi tabela 1 se desprind următoarele:

— consumul *orar* maxim de căldură pe cap de locuitor în centrele studiate este:

Centrul	*a*	*b*	*c*
Consum kcal/h loc	1 860	1 620	1 500

Comparativ cu cifrele sovietice [1] pentru:

Zona	1	2	3	4
Consum kcal/h loc	1950	1 800	1 550	1 350

Consumul anual de căldură pe cap de locuitor în centrele examinate este:

Centrul	*a*	*b*	*c*
Consumul Gcal/loc, an	5,35	3,85	3,50

Comparativ cu cifrele sovietice [1] pentru:

Zona	1	2	3	4
Consumul Gcal/loc, an	5,6	5,0	3,7	2,8

— durata sezonului de încălzire este cuprinsă între 5000 h pentru centrul a şi 3300 h pentru centrul *c*.

Comparativ cu zonele din U. R. S. S. aceste durate ale sezonului de încălzit se întîlnesc în zonele *2* şi *3*.

Raportul dintre consumurile anuale de căldură pe centre variază între 100% şi 65,5%, iar consumurile orare între 100% şi 80,5%.

Comparînd valorile rezultate pentru ţara noastră cu cele indicate în literatura sovietică de specialitate pentru diferitele zone din U.R.S.S. se constată rezultate corespunzătoare apropiate.

Aceasta se datoreşte în primul rînd valorii medii a caracteristicii termice folosite în studiul de faţă $x = 0{,}5$ kcal/m³h°C, care este mult superioară celei medii din U.R.S.S. $x = 0{,}3$ kcal/m³h°C pentru clădiri similare.

5.2. **Determinarea consumului de combustibil orar şi anual în soluţia cu *CET* pentru cele trei centre caracteristice** *pentru o durată anuală de utilizare a puterii maxime d_e 5 000 şi d_e = 3 000 h.*

5. 2. 1. *Determinarea curbei clasate anuale a consumului de abur a centralei de termoficare (CET) pentru acoperirea consumului termic precum şi a puterii electrice necesare în cele trei centre a, b şi c.* Centrala de termoficare (*CET*) s-a considerat în acest cadru echipată cu grupuri cu condensaţie şi prize de tipul redat în fig. 5.

Pentru a putea determina curba clasată anuală a consumului total de abur al centralei de termoficare sînt necesare următoarele elemente:

a) curba clasată anuală a consumului de abur de la priza de încălzire a turbinelor de termoficare;

b) diagramele de funcţionare ale grupurilor turbogeneratoare de termoficare;

c) curba clasată anuală de putere electrică necesară în centrul respectiv.

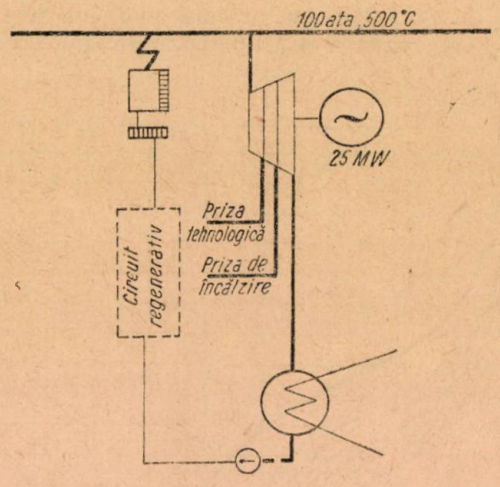


Fig. 5.

In cele ce urmează se va indica cum s-au determinat în mod succesiv elementele enumerate mai sus.

a) Determinarea curbei clasate anuale a consumului de abur de la prizele turbinelor de termoficare. S-a plecat de la curba clasată anuală totală a căldurii necesare în fiecare din centrele *a*, *b* şi *c*. Astfel în fig. 6 s-a trecut în diagrama din stînga curba clasată anuală totală a consumului de căldură în centrele *a*, *b* şi *c*.

In diagrama din dreapta în aceiaşi figură s-a determinat curba clasată a consumului de abur, din priza de încălzire a turbinei de termoficare corespunzătoare curbei clasate a consumului de căldură.

Diferenţa de entalpii cu care s-a calculat a fost:

$$i_p - i_c$$

în care:

i_p — entalpia aburului la priza de 1,2 ata în kcal/kg;

i_c — entalpia condensatului aburului de priză, în kcal/kg.

Determinarea s-a făcut în ipoteza simplificatoare că aburul se preia numai de la priza inferioară a turbinei de termoficare a cărei presiune variază corespunzător între 1,2 — 2,0 ata.

Turbina s-a presupus de tip asemănător cu turbina VPT—25 de construcţie sovietică pentru care s-a putut dispune de diagrama de funcţionare respectivă.

In momentul în care temperatura apei din reţeaua de termoficare depăşea valoarea de 110°C, care se mai putea asigura în preîncălzitorul de bază cu presiunea de 2,0 ata, s-a presupus că preîncălzitorul de vîrf este alimentat cu abur direct de la cazan printr-o staţie de reducere.

In situația reală preîncălzitorul de vîrf este alimentat din priza superioară, din care cauză în acest regim cantitatea de abur ce se poate extrage din priza de joasă presiune scade. Astfel turbina presupusă permite următoarele extracții limite :

$$D^P = 0 \text{ t/h} \qquad D_2^P = 80 \text{ t/h}$$

sau

$$D_1^P = 80 \text{ t/h} \qquad D_1^P = 60 \text{ t/h}.$$

Ipoteza simplificată de funcționare mai sus indicată este suficientă pentru scopul studiului

Turbina este prevăzută cu două prize reglabile la presiunile 10,3 ata și 1,2 ata. Deoarece, după cum s-a arătat, aci interesează numai priza de încălzire de 1,2 ata, s-au examinat condițiile de funcționare ale acestui grup cînd de la priza de 10,3 ata nu se prelevează abur și deci $D_2^P = 0$.

Așa după cum este cunoscut, diagrama de funcționare a unui grup turbogenerator cu condensație indică variația consumului de abur în funcție de sarcina electrică. In cazul grupurilor de termoficare, diagrama de funcționare indică

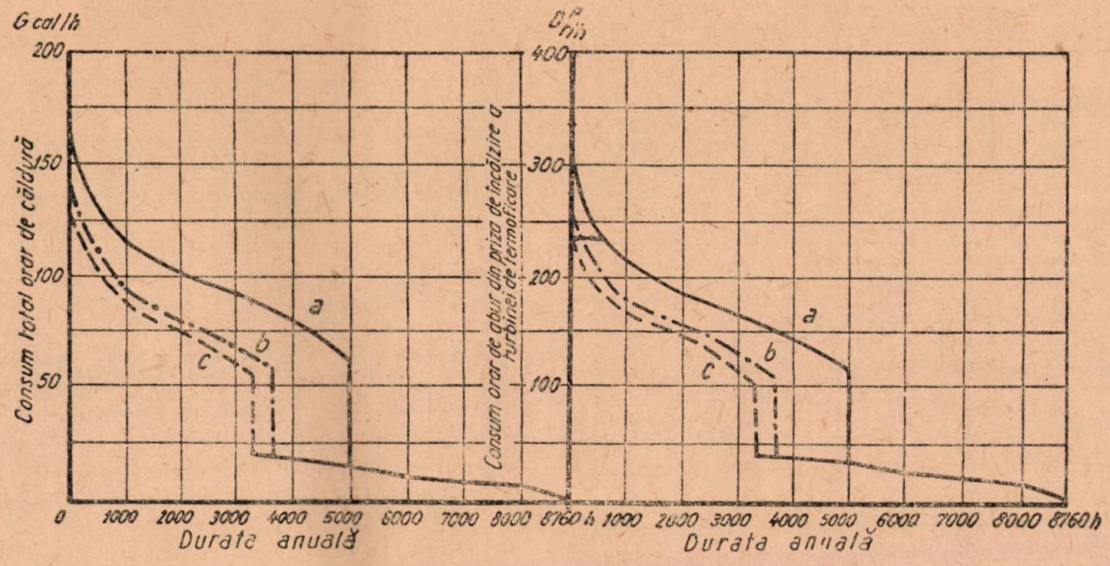


Fig. 6. Determinare curbei clasate a consumului de abur din priza turbinei de termoficare.

de față, deoarece se poate presupune că centrala este așezată în centrul zonei de consum și poate funcționa cu un regim de temperatură a apei în rețeaua termică 130 — 70°C, dat fiind mărimea considerată pentru oraș. Aceasta înseamnă că intervalul de funcționare al preîncălzitorului de vîrf este relativ redus și anume circa 600 h/an.

In ceea ce privește raportul dintre debitul maxim de căldură livrat de centrală și cel maxim livrat din prizele turbinelor, acest raport este de $\beta = 1{,}15 — 1{,}5$ care corespunde unui coeficient de termoficare $\alpha = 0{,}66 — 0{,}87$.

Valoarea relativ mică a acestui raport (cifrele medii folosite în U.R.S.S. sînt de ordinul 1,6 — 2) se explică în cazul de față prin faptul că s-a presupus că mărimea grupului de termoficare este impusă de mărimea cererii de putere electrică, și că din moment ce turbinele au fost necesar să fie instalate astfel încît să poată acoperi aproape numai în condensație această putere, este îndreptățită folosirea întregii capacități de extracție a tipului de turbină respectiv.

b) Diagramele de funcționare ale grupurilor turbogeneratoare de termoficare. Grupurile de termoficare presupuse au următoarele caracteristici :

$p = 90$ ata
$t = 500$°C
$P = 25$ MW.

variația consumului de abur, atît în funcție de sarcina electrică cît și de consumul de energie termică.

In general în literatura de specialitate și în proiecte se dau diagramele de funcționare ale turbinelor cu 2 prize pentru funcționarea cu ambele prize.

Deoarece în prezenta lucrare interesa diagrama turbinei pentru cazul cînd priza doua este închisă adică $D_2^P = 0$, precum și pentru o mai ușoară folosire în scopul dorit, s-a reconstruit această diagramă pentru această situație.

In fig. 7 s-au trecut diagramele de funcționare a celor trei turbine alese ; în partea superioară este redată variația puterii electrice produse în funcție de cantitatea de abur prelevată de la priza de încălzire a turbinei.

In partea inferioară a planșei este redată variația consumului total de abur ce intră în turbina de termoficare ținîndu-se seama atît de sarcina electrică cît și de sarcina termică. In aceiași figură se dă și un exemplu de calcul : la un debit la priză $D_1^P = 50$ t/h și o putere electrică $P = 20$ MW consumul total de abur al turbinei este $D = 101$ t/h.

c) Curba clasată anuală de putere electrică necesară în centrul respectiv. Curba clasată anuală a puterii electrice

necesare redă efectul în timp a variației sarcinii și a duratei respective.

Ca suprafață curba clasată reprezintă energia care poate fi produsă prin utilizarea puterii

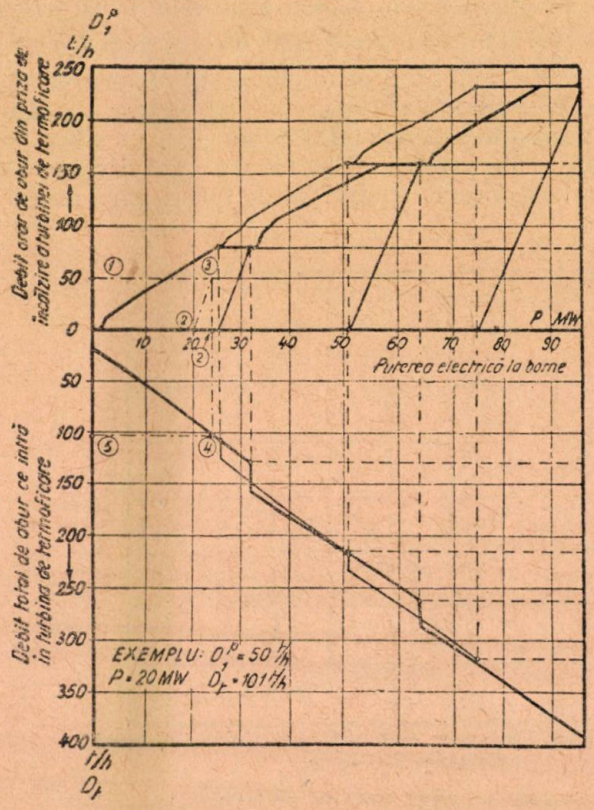


Fig. 7. Diagrama turbinei de termoficare pentru $D_2 = 0$

maxime ale unei centrale la diverse durate de utilizare.

Puterea electrică maximă necesară în fiecare din cele trei centre *a*, *b* și *c* a fost considerată aceiași și egală cu 75 MW, deoarece este vorba de un același oraș, dar amplasat în cele trei centre.

Pentru a cuprinde un interval mai larg de condiții s-a considerat intervalul de variație a duratei anuale de utilizare a puterii maxime cuprins între 5000 — 3000 h.

In acest interval se pot încadra situațiile cele mai probabile de funcționare. Cu ajutorul curbelor procentuale clasate anuale pentru puterea electrică [5] și care reprezintă rezultatul din multe date de exploatare și cunoscînd puterea maximă necesară, în fig. 8 s-au construit curbele reale clasate anuale de putere pentru $d_e = 5000$ h/an și $d_e = 3000$ h/an.

In aceiași figură s-a determinat cu ajutorul diagramei de funcționare a turbinei precum și a curbei clasate anuale a consumului de abur din priza de termoficare, curba clasată anuală a puterii electrice ce se poate obține în regim de termoficare (la condensator se trimite numai abur necesar pentru răcire), în cele trei centre caracteristice *a*, *b*, și *c*. Din examinarea fig. 8 se poate constata că pentru cazul $d_e = 5000$ h/an, atît puterea cît și energia ce se poate obține în regim de termoficare este inferioară celei necesare în centru în tot timpul anului.

Pentru ipoteza $d_e = 3000$ h/an puterea cît și energia ce se poate obține în regim de termoficare este puțin mai mare sau egală în perioada de încălzire cu cea necesară în centru și inferioară în tot timpul anului în afara perioadei de încălzit.

Odată determinate cele trei elemente necesare, pentru a putea construi curba clasată anuală

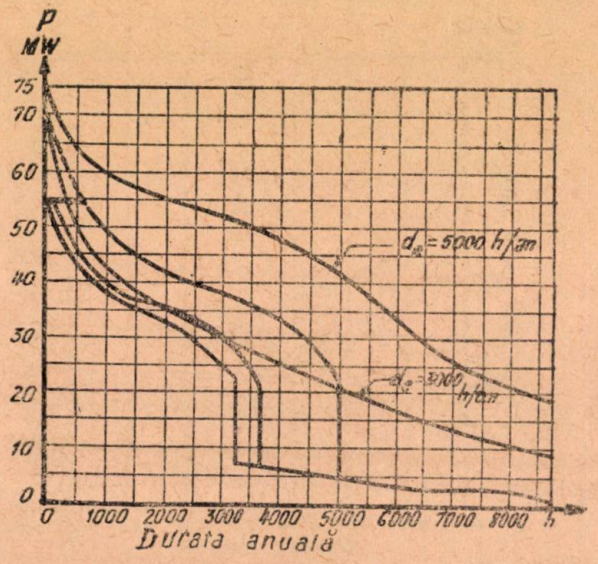


Fig. 8. Puterea și energia electrică ce se poate obține în regim de termoficare în cele trei centre caracteristice comparate cu puterea și energia cerută la $d_e = 5000$ h/an și respectiv 3 000 h/an.

a consumului total de abur al *CET*, s-a trecut la calcularea acesteia din punct în punct.

Succesiunea operațiilor de determinare a unui punct al acestei curbe este :

— pentru o anumită durată de utilizare a puterii maxime se determină din curbele clasate respective puterea și debitul de abur de priză necesar ;

— aceste două date se introduc în diagrama turbinei și se obține debitul de abur ce intră în turbină.

In acest mod în fig. 9, *a* și 9, *b* în partea dreaptă a diagramei s-a construit din punct în punct curba clasată anuală totală de abur al *CET* pentru $d_e = 5000$ h/an și $d_e = 3000$ h/an în cele trei centre caracteristice *a*, *b* și *c* :

5.2.2. *Determinarea consumului de combustibil orar și anual pe baza curbei clasate anuale totale a consumului de abur al CET.* Pentru calcularea consumului de combustibil orar și anual al *CET* sînt necesare :

a) curba clasată anuală a consumului de abur al *CET* ;

b) diagramele de funcționare ale cazanelor.

a) Curba clasată anuală a consumului de abur a fost determinată în subcapitolul precedent.

b) Diagrama de funcţionare a unui cazan reprezintă variaţia consumului de combustibil a unităţii de cazan în funcţie de debitul de abur produs (debit de căldură).

Cantitatea de căldură care se obţine în cazan, la arderea combustibilului, poate fi împărţită în

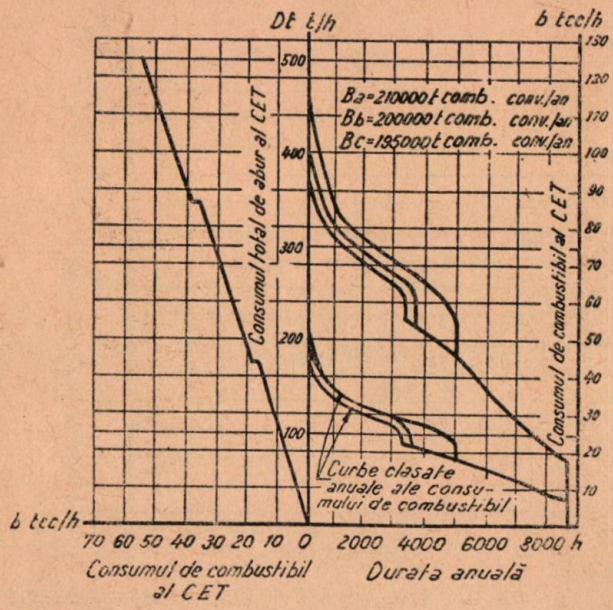


Fig. 9a. Determinarea consumului de combustibil orar şi anual al *CET* pentru cele trei centre caracteristice pentru o durată de utilizare a puterii electrice necesare $d_e = 5\,000$ h/an.

Metoda utilizată pentru determinarea consumului de combustibil anual pentru *CET* la $d_e = 5000$ h/an şi $d_e = 3000$ h/an este metoda curbelor clasate anuale şi a diagramelor de funcţionare a cazanelor şi turbinelor.

In fig. 9 *a* şi 9 *b* sînt redate în cadranul întîi curbele clasate ale consumului de abur al *CET*

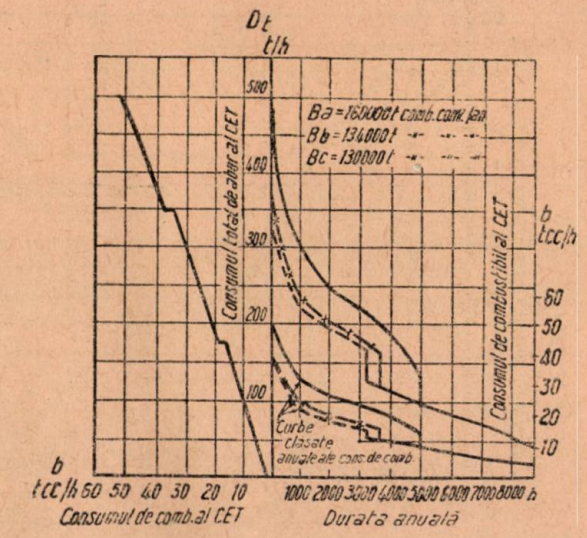


Fig. 9b. Determinarea consumului de combustibil orar şi anual al *CET* pentru cele trei centre caracteristice pentru o durată de utilizare a puterii electrice necesare $d_e = 3\,000$h/an.

căldură utilă şi pierderi. Ca o consecinţă şi cantitatea de combustibil (*b*) ce se introduce în cazan poate fi împărţită în:

— consumul de combustibil îndependent de pierderi la plină sarcină (b_s);

— consumul de combustibil aferent pierderilor la plină sarcină (Δb);

— consumul de combustibil pentru mers în gol (b_0)care poate fi reprezentat ca o cotă din consumul (Δb) aferent pierderilor.

Din examinarea caracterului variaţiei consumului de combustibil independent de pierderi se constată că aceasta este liniară.

Dacă la ordonatele acestei drepte se adaugă segmentele care reprezintă pierderile respective se poate observa că adăugarea acestora produce o uşoară curbură a diagramei care însă nu schimbă cu mult caracterul liniar al variaţiei consumului de combustibil funcţie de debitul cazanului [6].

Rezultă de aici consumul de combustibil la plină sarcină care este egal cu:

$$b = b_s + \Delta b$$

De asemenea consumul de combustibil pentru mers în gol (b_0) poate fi exprimat ca o cotă din pierderile Δb la plină sarcină. Cu aceste două valori şi ţinînd seama de faptul că s-a adoptat o variaţie liniară a consumului de combustibil, se poate construi diagrama de funcţionare a unui cazan.

iar la altă scară curbele clasate ale consumului de combustibil convenţional.

In cadranul doi sînt reprezentate diagramele de funcţionare ale cazanelor care vor funcţiona în *CET* pentru asigurarea aburului necesar.

5.2.3. *Determinarea consumului anual de combustibil în soluţia producerii separate a energiei electrice şi a căldurii necesare în cele trei centre caracteristice.* a) Determinarea consumului anual de combustibil pentru producerea de energie electrică în *CTE*. S-a considerat ca şi în soluţia de termoficare, aceiaşi energie electrică necesară. Această energie electrică urmează a fi livrată în această soluţie dintr-o centrală termoelectrică cu condensaţie pură (*CTE*), care este propusă a fi echipată cu trei turbine de 25 MW fiecare şi trei cazane din care unul de rezervă, cu parametrii 100 ata 510°C, identice cu cele din centrala de termoficare (*CET*)).

Metoda utilizată pentru determinarea consumului de combustibil anual este aceiaşi ca şi în soluţia de termoficare şi anume metoda caracteristicilor de funcţionare ale grupurilor turbogeneratoare şi cazanelor.

Pentru o uşoară urmărire a metodei de determinare a consumului anual de combustibil al centralei termoelectrice cu ajutorul caracteristicilor de funcţionare, se va reda modul de

construcție a curbei clasate anuale a consumului de combustibil convențional, așa după cum s-a întocmit fig. 10.

In cadranul întîi avînd în ordonată puterea (P) în MW și în abscisă durata de utilizare anuală (d_e) în ore s-au construit curbele clasate anuale ale puterii electrice necesar a fi produsă la durate de utilizare a puterii maxime de 5000 și 3000 h.

In cadranul doi avînd în ordonată puterea (P) în MW iar în abscisă debitul de abur (D) în t/h la CTE s-au construit caracteristicile grupurilor turbogeneratoare de 25 MW, 90 ata 500°C. Deoarece grupurile sînt identice și caracteristicile acestora vor fi identice.

Caracteristica unui grup este determinată de

D_m — consumul de abur la sarcina maximă, în t/h;

D_0 — consumul de abur la mers în gol, în t/h.

Se menționează că pentru determinarea exactă a consumului D_m s-a calculat consumul specific de abur al turbinei pe ciclul termic real. Astfel s-a ținut seama de efectul circuitului regenerativ cît și de influiența datorită serviciilor interne.

Tot în cadranul doi, avînd în ordonată consumul orar de combustibil convențional al CET (b) în t/h și în abscisă debitul de abur (D) în t/h al CTE, s-a construit caracteristica cazanului și anume:

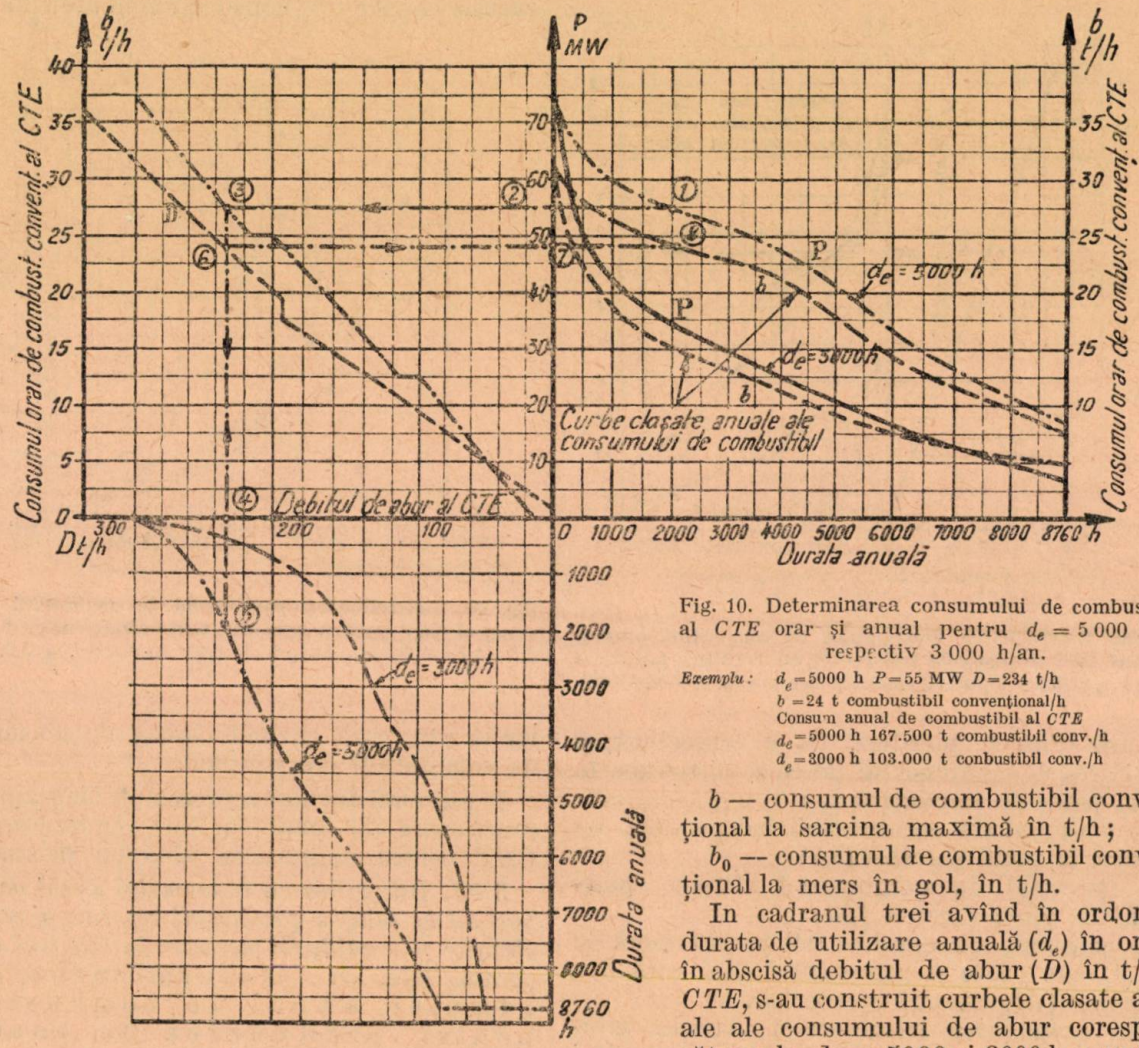


Fig. 10. Determinarea consumului de combustibil al CTE orar și anual pentru $d_e = 5\,000$ h/an respectiv 3 000 h/an.

Exemplu: $d_e = 5000$ h $P = 55$ MW $D = 234$ t/h
$b = 24$ t combustibil convențional/h
Consum anual de combustibil al CTE
$d_e = 5000$ h 167.500 t combustibil conv./h
$d_e = 3000$ h 103.000 t conbustibil conv./h

b — consumul de combustibil convențional la sarcina maximă în t/h;

b_0 — consumul de combustibil convențional la mers în gol, în t/h.

In cadranul trei avînd în ordonată durata de utilizare anuală (d_e) în ore și în abscisă debitul de abur (D) în t/h al CTE, s-au construit curbele clasate anuale ale consumului de abur corespunzătoare la $d_e = 5000$ și 3000 h a puterii maxime. In cadranul întîi avînd în ordonată consumul orar de combustibil convențional al CTE (b) în t/h, iar în abscisă durata de utilizare anuală (d_e) în ore, s-au construit curbele clasate anuale ale consumului de combustibil convențional al CTE la $d_e = 5000$ și 3000 h.

Aceste curbe s-au construit punct cu punct. In diagramă este trecut ca exemplu construcția unui punct al curbei clasate anuale a consumului de combustibil convețional pentru:

$d_e = 5000$ h durata de utilizare a puterii maxime $P = 55$MW, plecîndu-se din punctul *1* de pe curba clasată anuală de putere și obținîndu-se punctul *8*, cu un consum de combustibil convențional de 24 t/h.

Celelalte puncte ale curbei clasate de combustibil se construiesc în mod analog.

Din planimetrarea suprafețelor determinate de curbele clasate de combustibil se determină

consumul anual de combustibil care este de $B_{CTE} = 103000$. t cc pentru $d_e = 3000$ h/an și $B_{CTE} = 167500$ tcc pentru $d_e = 5000$ h/an.

b) Determinarea consumului anual de combustibil pentru producerea căldurii necesare în cazane individuale *CI*. Pentru determinarea consumului anual de combustibil pentru producerea de energie termică, în cazane individuale (*CI*), necesară orașului amplasat în cele trei centre *a*, *b*, și *c*, s-a plecat de la curbele clasate totale anuale de energie termică, care au fost construite în fig. 4 și cu ajutorul cărora s-a stabilit necesarul de energie termică.

Din lipsa de date concrete la noi în țară pentru valorile medii ale randamentelor instalațiilor de cazane individuale ce ar funcționa cu păcură sau gaze, s-au adoptat două valori și anume:

$$\eta_{CI} = 0{,}65 \text{ și } 0{,}55$$

Aceste valori se încadrează în valorile indicate în literatura de specialitate [8].

Ținînd seama de necesarul de căldură cît și de valorile randamentului mediu adoptat pentru instalațiile de cazane individuale s-a determinat consumul anual de combustibil convențional în două variante, care este redat în tabela 2.

Tabela 2

Varianta	$\eta_{CI} = 0{,}65$			$\eta_{CI} = 0{,}55$		
Centrul	*a*	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*
Consumul anual de combustibil convențional B_{CI} tcc	111 000	79 200	73 000	131 000	93 500	86 000

6. Examinarea comparativă a consumurilor totale anuale de combustibil

In cele ce urmează se vor examina comparativ consumurile totale anuale de combustibil în cele două soluții examinate și anume soluția de termoficare și soluția cu producere separată.

S-au notat cu:

B_{CET} — Consumul anual de combustibil pentru centrala de termoficare în tcc;

B_{CTE} — consumul anual de combustibil pentru centrala termoelectrică de condensație, în tcc;

B_{CI} — consumul anual de combustibil pentru instalațiile de cazane individuale în tcc;

$\Delta B = (B_{CTE} + B_{CI}) - B_{CET}$ economia anuală de combustibil în tcc ce se realizează prin termoficare.

In tabelele 2*a* și 2*b* se redau rezultatele calculelor consumurilor de combustibil, economia de combustibil, redată procentual cît și plusul de consum de combustibil exprimat tot procentual, pentru $d_e = 5000$ h/an resp: $d_e = 3000$ h/an.

Tabela 2a

Varianta	$\eta_{CI} = 0{,}65$			$\eta_{CI} = 0{,}55$		
Centrul	*a*	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*
B_{CET} tcc/an	210 000	200 000	195 000	210 000	200 000	195 000
B_{CTE} tcc/an	167 500	167 500	167 500	167 500	167 500	167 500
B_{CI} tcc/an	111 000	79 200	73 000	131 000	93 500	86 000
ΔB tcc/an	68 500	46 700	45 500	88 500	61 000	58 500
$\frac{\Delta B}{B_{CTE}+B_{CI}}$ %	24,6	19,0	18,8	29,7	23,4	23,2
$\frac{\Delta B}{B_{CET}}$ %	32,6	23,3	23,1	42	30,5	30,0

Tabela 2b

Varianta	$\eta_{CI} = 0{,}65$			$\eta_{CI} = 0{,}55$		
Centrul	*a*	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*
B_{CTE} tcc/an	160 000	134 000	130 000	160 000	134 000	130 000
B_{CTE} tcc/an	103 000	103 000	103 000	103 000	103 000	103 000
B_{CI} tcc/an	111 000	79 200	73 000	131 000	93 500	86 000
ΔB tcc/an	71 500 *)	48 200	46 000	91 500	62 500	59 000
$\frac{\Delta B}{B_{CTE}+B_{CI}}$ %	30,9	26,6	26,1	36,4	31,9	31,2
$\frac{\Delta B}{B_{CET}}$ %	44,6	36,0	35,4	57,2	46,7	45,6

*) In centrul *a* rezultînd din calcule o putere *P* produsă în regim de termoficare mai mare ca *P* cerut s-a presupus că se debitează în sistem. De aceea la comparație s-a adăudat $B''_{CTE} = 17\,500$ tcc/an, care corespunde acestui plus de energie produsă în termoficare și care se presupune produsă într-o *CTE* cu parametrii ridicați, cu $c = 3\,500$ kcal/kWh.

Din examinarea comparativă a rezultatelor pentru instalații de 90 ata, 500°C, din aceste tabele se constată următoarele:

— economia procentuală de combustibil scade cu cît durata sezonului de încălzire este mai mică;

— economia procentuală de combustibil scade cu cît durata de utilizare a puterii maxime d_e, necesară în centru crește, din cauza efectului negativ al producerii de energie electrică în partea de condensație. Aceasta se datorește și faptului că se raportează la o energie totală cu o cotă mai mare de energie produsă în condensație;

— economia procentuală de combustibil variază în domeniul examinat între 26—36%.

7. Concluzii

Economia de combustibil realizabilă prin aplicarea termoficării urbane în condiţiile ţării noastre şi determinată în cadrul de faţă în raport cu arderea de gaze naturale în instalaţiile de încălzire centrală a clădirilor, nu constituie decît examinarea unui prim aspect al acestei complexe probleme tehnice şi economice.

Rezultatele energetice concludente obţinute pe linia economiei de combustibil, trebuie să constituie un imbold pentru examinarea şi celorlalte aspecte ale problemei, atît pentru varianta aici cercetată cît şi pentru toate celelalte variante posibile. In acest spirit trebuie judecată publicarea de faţă a rezultatelor parţiale obţinute în această problemă.

Bibliografie

[1] *Stăncescu D. I.*: Termoficarea urbană I. Determinarea naturii, mărimii şi variaţiei consumului de căldură, Energetica, nr. 9—10/1954.

[2] *Melentiev L. A.*: Termoficarea, volumul II. Bazele teoretice ale construcţiei şi exploatării sistemelor de termoficare, Ed. Acad. de Ştiinţe a U.R.S.S.; 1942 (trad. Ed. Energetica de Stat 1953).

[3] *Socolov L. E.*: Reţele termice, Moscova, 1948

[4] *Şubin E. P.*: Proiectarea reţelelor termice urbane. Partea I, Moscova, 1952 (trad. Edit. Energetică de Stat, 1954).

[5] *Musil I.* Die Gesamtplanung von Dampfkraftwerken Berlin 1941.

[6] *Gorscov A. S.*: Indici tehnico-economici ai centralelor electrice (trad. E. E. S. 1955).

[7] *Gornstein V. M.*: Repartiţia optimă a sarcinilor pe centralele electrice (trad. E. E. S. 1953).

[8] *Dunaevschi N. I.*: Bazele tehnico-economice ale termoficării, Moscova, 1952.

[9] I.S.P.E., IMC, IEA: Material documentar

★

ТЕПЛОВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПЛИВА ПРИ ГОРОДСКОЙ ТЕПЛОФИКАЦИИ ИЛИ ГАЗОТНАБЖЕНИИ В УСЛОВИЯХ НАШЕЙ СТРАНЫ

Резюме

Вопрос целесообразности осуществления теплофикации в нашей стране не раз ставился под сомнение, принимая во внимание особые существующие у нас услович в отношении снабжения натуральным газом. На этом основании постановка вопроса городской теплофикации не находит положительного ответа с точки зрения технико-экономических преимуществ. Несмотря на то, что подход к вопросу имеет лишь общий характер, причем рассматривается лишь раздел экономики топлава, ог, аниченный анализом двух вариантов, все же энергетические выводы представляют несонменный интерес, что ведет к необходимости дальнейшей проработки данной проблемы.

★

VERWERTUNG DER BRENNSTOFFWÄRME IM FALLE STÄDTISCHER FERNHEIZUNG ODER ERDGASVERTEILUNG UNTER DEN IN RUMÄNIEN HERRSCHENDEN VERHÄLTNISSEN

Die Zweckmässigkeit der Einführung der städtischen Fernheizung in unserem Lande ist öfters in Frage gestellt worden, infolge der hiesigen speziellen Verhältnisse, wo die Möglichkeit einer Versorgung mit Erdgas besteht, die Rückwirkungen auf die technisch-wirtshaftlichen Vorteile der Fernheizung ausüben könnte. Obwohl der Aufsatz nur die Frage anschneidet und zwar hinsichtlich der erzielbaren Brennstoffersparnis, wobei nur zwei Varianten analysiert werden, sind die energetischen Teilfolgerungen ausschlussreich. Sie lassen nähere Untersuchungen dieser Frage als besonders interessant erscheinen.

Contribuţii la calculul instalaţiilor pentru iluminatul exterior folosind proiectoare şi aparate de iluminat montate înclinat

Ing. P. MILITARU şi *ing. W. SCHAPIRA*

Se prezintă două metode pentru calculul iluminărilor produse de proiectoare şi de aparate de iluminat simetrice montate înclinat, folosind în acest scop nomograme cu puncte aliniate proiectate pentru aceste calcule. Pentru o mai bună înţelegere a metodelor de calcul propuse se face totodată o prezentare sistematizată a formulelor pentru calculul iluminărilor în toate cazurile folosite în practică.

1. Consideraţii generale

Pentru instalaţiile de iluminat exterior se folosesc deseori aparate de iluminat montate înclinat. Astfel proiectoarele care sînt aparate de iluminat cu rază mare de acţiune şi cu distribuţie în general nesimetrică a intensităţilor luminoase în spaţiu se montează totdeauna înclinat faţă de verticală, cu alte cuvinte axul optic face un unghi cu verticala. Pentru iluminatul străzilor şi pieţelor se utilizează aparate de iluminat în general simetrice montate deseori înclinat. La proiectarea instalaţiilor de iluminat exterior folosind astfel de aparate trebuie să se rezolve următoarele probleme: determinarea iluminării medii pe suprafaţa orizontală de calcul, stabilirea curbelor de egală iluminare, determinarea iluminărilor minime şi maxime pe aceeaşi suprafaţă în vederea calculării coeficientului de uniformitate minim-maxim sau minim-mediu.

Pentru calculul iluminării medii nu există o metodă care să dea direct această valoare pentru aparatele de iluminat înclinate; de aceia trebuie să se împartă suprafaţa orizontală de iluminat în dreptunghiuri mici de aceeaşi arie, să se calculeze iluminările în centrele acestor dreptunghiuri şi să se facă media valorilor astfel obţinute. Pentru calculul iluminării medii şi pentru trasarea curbelor isolux, trebuie să se calculeze valorile iluminărilor în numeroase puncte de pe suprafaţa orizontală de iluminat. Fiecare calcul în parte nu prezintă dificultăţi teoretice şi practice, însă numărul mare de calcule de acelaşi fel face ca proiectarea acestor instalaţii să devină foarte laborioasă, să necesite un timp îndelungat, iar erorile de calcul pot fi cu greu evitate.

Pentru calculul iluminărilor produse de aparate de iluminat simetrice, B. A. Goldstein a arătat într-un articol o metodă [1] pe baza unor formule care nu cuprind toate cazurile ce se întîlnesc în practică, metoda care foloseşte în parte unele abace carteziene şi o tabelă de calcul. De menţionat că abacele propuse de B. A. Goldstein nu au un domeniu de utilizare suficient de larg, astfel că unele valori ies din cadrul acestor abace. Aplicarea metodei necesită încă efectuarea de numeroase calcule numerice. Pentru calculul iluminărilor produse de proiectoare în literatura sovietică este recomandată metoda ing. G. M. Knorring care foloseşte în parte unele tabele de calcul şi curbele iluminărilor relative construite pentru fiecare proiector. In tratatul lui Knorring despre proiectarea instalaţiilor de iluminat [3] se prezintă de asemenea o sistematizare şi uniformizare a succesiunii diferitelor operaţii de calcul, care intervin la problemele ce trebuie rezolvate la calculul instalaţiilor de iluminat cu proiectoare.

Metoda propusă de Knorring are desavantajul că necesită interpolări pentru determinarea unor valori cu ajutorul tabelelor de calcul şi că nu reduce într-o măsură suficientă timpul de efectuarea calculelor.

In prezentul articol se prezintă două metode pentru calculul iluminărilor produse de proiectoare şi de aparate de iluminat montate înclinat, folosind în acest scop nomograme cu puncte aliniate, proiectate pentru aceste calcule. Inainte de a se expune metodele de calcul cu ajutorul nomogramelor propuse, se face o prezentare sistematizată a formulelor pentru calculul iluminărilor şi a metodelor folosite. In acelaşi timp se deduc formulele pentru calculul iluminărilor în puncte situate în spatele aparatelor de iluminat, formule care prezintă interes în anumite cazuri. Una din metodele propuse în prezentul articol are un caracter mai general, putînd fi utilizată cu un grad suficient de exactitate, la calculul iluminărilor produse atît de aparate de iluminat simetrice montate înclinat, cît şi de proiectoare.

Utilizarea nomogramelor proiectate de autori, scurtează la minim timpul de calcul, micşorează considerabil posibilitatea erorilor şi permite efectuarea calculelor chiar de către tehnicieni cu o calificare mai redusă. Citirea rezultatelor se face uşor pe scările gradate şi nu necesită interpolări. Exactitatea nomogramelor este suficient de bună, rezultatele obţinîndu-se cu o precizie egală cu cea realizată prin efectuarea calculelor cu rigla sau cu abace carteziene. Pentru a se arăta mai bine avantajele metodelor propuse se dau în articol şi cîteva exemple de calcul.

2. Relațiile pentru calculul iluminărilor date de proiectoare și de aparate de iluminat montate înclinat

Pentru stabilirea relațiilor de calcul se presupune că în punctul O este montat, la o înălțime h față de planul orizontal, un aparat de iluminat (fig. 1, 2 și 3). Pentru generalitate,

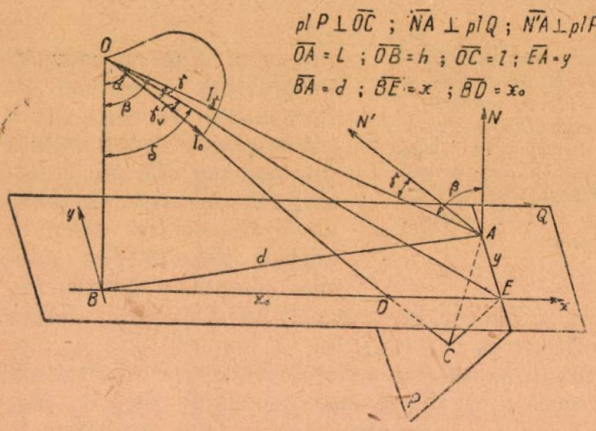


Fig. 1

se consideră inițial că aparatul de iluminat nu este simetric față de o axă cu alte cuvinte corpul fotometric al aparatului nu este de revoluție. Totuși aparatul de iluminat are două planuri de simetrie, cum este cazul proiectoarelor, planuri care se intersectează după axa optică a aparatului. Axa optică a aparatului este înclinată cu un unghi α față de verticală și taie planul orizontal Q într-un punct D. Planurile de simetrie ale aparatului sînt : planul vertical de simetrie și planul perpendicular pe planul vertical de simetrie, amîndouă planurile conținînd axa optică a aparatului. Poziția punctului A, în care urmează a se calcula iluminarea este determinată de coordonatele x și y măsurate într-un sistem de axe rectangulare cu originea în punctul B, proiecția centrului O al aparatului de iluminat pe planul orizontal. Se notează cu d distanța dintre punctele A și B, iar cu x_0 distanța dintre punctele B și D. Prin punctul A se duce un plan P perpendicular pe axa OD a aparatului; fie C urma dreptei OD pe planul P.

Iluminarea în punctul A pe planul orizontal Q este dată de relația cunoscută :

$$E_{AO} = \frac{I_{\gamma_0\gamma_v} \cos^3 \beta}{L^2 k} \ (lx) \qquad (1)$$

în care $I_{\gamma_0\gamma_v}$ este intensitatea luminoasă în candele a aparatului de iluminat în direcția punctului A, direcție determinată de unghiul γ_v în planul vertical de simetrie și de unghiul γ_0 în al doilea plan de simetrie. Unghiurile γ_v și γ_0, sînt măsurate față de axa optică.

L — distanța OA de la aparat la punctul de calcul A (m);

K — factor de depreciere, avînd valori supraunitare indicate în prescripții :

Ținînd seama de $L \cos \beta = h$, relația (1) se mai poate scrie :

$$E_{AO} = \frac{I_{\gamma_0\gamma_v} \cos^3 \beta}{k h^2} \qquad (2)$$

Pentru calculul iluminării pe planul orizontal, trebuie să se determine intensitatea luminoasă $I_{\gamma_0\gamma_v}$ și cosinusul unghiului β, în funcție de mărimile cunoscute sau de mărimile care se pot măsura pe plan și anume : înălțimea h de suspensie a aparatului, unghiul α de înclinare a axei sale, coordonatele x și y ale punctului A sau coordonata x și distanța $d = \sqrt{x^2 + y^2}$. Intensitatea luminoasă $I_{\gamma_0\gamma_v}$ se determină în funcție de unghiurile γ_0 și γ_v sau în funcție de tangentele trigonometrice ale acestor unghiuri. Unghiul γ_v este situat în planul vertical OBD care trece prin axa optică a aparatului, iar unghiul γ_0 într-un plan care trece prin axa optică și este perpendicular pe planul OBD. Pentru aparatele de iluminat simetrice față de o axă, intensitatea luminoasă în direcția punctului A se notează cu I_γ deoarece depinde numai de unghiul γ dintre axa optică și direcția OA. În acest caz formula pentru calculul iluminării se scrie :

$$E_{AO} = \frac{I_\gamma \cos^3 \beta}{k h^2}. \qquad (2')$$

Din fig. 1 se observă că :

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{d}{h}; \quad \cos \beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{d}{h}\right)^2}} = \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}}. \qquad (3)$$

Există trei poziții caracteristice ale punctului A.

a) Cazul 1. *Punctul A este situat în dreapta punctului D, deci $x \geqslant x_0$* (fig. 1). În acest caz din patrulaterul $OBCE$, ținînd seama că $OC \perp CE$, rezultă :

$$\overline{OC} = \overline{OB} \cos \alpha + \overline{BE} \sin \alpha$$

sau

$$l = h \cos \alpha + x \sin \alpha = h \left(\cos \alpha + \frac{x}{h} \sin \alpha\right) = \rho h \qquad (4)$$

cu notația

$$\rho = \cos \alpha + \frac{x}{h} \sin \alpha. \qquad (5)$$

Din triunghiul dreptunghiu OEC și patrulaterul $OBCE$, rezultă :

$$\operatorname{tg}\gamma_v = \frac{\overline{EC}}{\overline{OC}} = \frac{\frac{x}{h}\cos\alpha - \sin\alpha}{\cos\alpha + \frac{x}{h}\sin\alpha} \qquad (6)$$

Ținînd seama că $\frac{x}{h} = \operatorname{tg}\delta$, relația (6) se mai poate scrie :

$$\operatorname{tg}\gamma_v = \operatorname{tg}(\delta - \alpha) \qquad (7)$$

de unde :

$$\gamma_v = \delta - \alpha \qquad (8)$$

ceea ce se poate observa și din fig. 1.

Unghiul γ_v se determină prin tangenta sa, cu ajutorul distanței y care arată deplasarea punctului față de planul vertical în simetrie.

$$\operatorname{tg}\gamma_0 = \frac{\overline{EA}}{\overline{OC}} = \frac{y}{e} = \frac{y}{\rho h}. \qquad (9)$$

În cazul considerat în fig. 1 $\operatorname{tg}\gamma_v > 0$ deoarece dreapta OA este deasupra planului de simetrie perpendicular pe planul vertical, iar $\operatorname{tg}\gamma_0 < 0$, deoarece dreapta OA este în stînga planului vertical de simetrie (spre $+y$). Pentru proiector sau orice aparat de iluminat cu două planuri de simetrie, intensitatea luminoasă $I_{\gamma_0\gamma_v}$ nu depinde însă de semnele mărimilor $\operatorname{tg}\gamma_0$ și $\operatorname{tg}\gamma_v$, ci numai de valorile lor absolute.

Dacă se duc din punctele C și A paralele la dreptele AE, respectiv CE, se obține dreptunghiul $CEAF$ ($CF = EA = y$) Piramida $OCEAF$ (fig. 4) are muchia OC perpendiculară pe dreptunghiul de bază $CEAF$. Unghiul $\widehat{COF}$ reprezintă unghiul γ_0, $\widehat{COE}$ unghiul γ_v iar $\widehat{COA}$ unghiul γ dintre axa optică și direcția punctului A. Se poate observa că

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{\overline{CA}}{\overline{OC}} = \frac{\sqrt{\overline{EC}^2 + \overline{EA}^2}}{\overline{OC}} = \sqrt{\operatorname{tg}^2\gamma_0 + \operatorname{tg}^2\gamma_v}. \qquad (10)$$

Unghiul γ se mai poate calcula și în funcție de cosinusul său (din triunghiul dreptunghic OAC) :

$$\cos\gamma = \frac{\overline{OC}}{\overline{OA}} = \frac{l}{L} = \frac{\rho h}{\frac{h}{\cos\beta}} = \rho\cos\beta. \qquad (11)$$

Cu ajutorul relațiilor (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9) și (11) se pot calcula unghiurile γ_0, γ_v în funcție de care se determină intensitatea $I_{\gamma_0\gamma_v}$ și se poate calcula $\cos\beta$, deci există toate datele necesare pentru calculul iluminării cu ajutorul relației (2).

La limită cînd punctul A se găsește pe perpendiculara la dreapta BD dusă prin punctul D ($x = x_0$), relațiile stabilite pentru cazul 1 rămîn valabile. Făcînd $x = x_0$ în relațiile (4) (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11) rezultă :

$$\rho = \cos\alpha + \frac{x_0}{h}\sin\alpha =$$

$$= \cos\alpha + \operatorname{tg}\alpha\sin\alpha = \frac{1}{\cos\alpha}$$

$$l = \rho h = \frac{h}{\cos\alpha}.$$

$\operatorname{tg}\gamma_v = 0$ deoarece $x_0\cos\alpha = h\sin\alpha$

$$\gamma_v = \delta - \alpha = 0;\ \delta = \alpha$$

$$\operatorname{tg}\gamma_0 = \frac{y}{l} = \frac{y}{\rho h} = \frac{y}{h}\cos\alpha$$

$$\operatorname{tg}\gamma = \operatorname{tg}\gamma_0$$

$$\cos\gamma = \rho\cos\beta = \frac{\cos\beta}{\cos\alpha}.$$

b) C a z u l II. *Punctul A este situat în dreapta punctului B și în stînga punctului D* ($0 \leqslant x < x_0$) (fig. 2). În acest caz relațiile (1), (2),

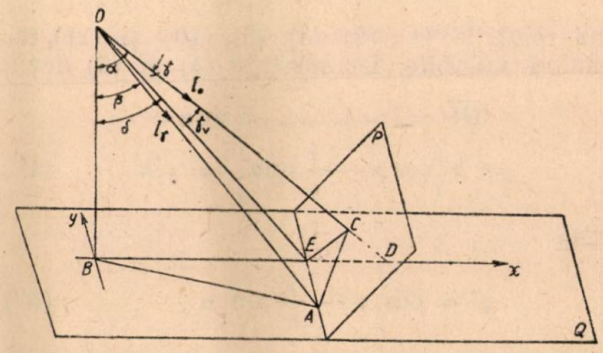


Fig. 2

(3), (4), (5), (9), (10) și (11) rămîn valabile, iar tangenta unghiului γ_v devine :

$$\operatorname{tg}\gamma_v = \frac{\overline{EC}}{\overline{OC}} = \frac{\sin\alpha - \frac{x}{h}\cos\alpha}{\cos\alpha + \frac{x}{h}\sin\alpha} \qquad (6')$$

sau

$$\operatorname{tg}\gamma_v = -\operatorname{tg}(\delta - \alpha) \qquad (7')$$

de unde :

$$\gamma_v = -(\delta - \alpha). \qquad (8')$$

La limita, cînd punctul A se găsește pe axa By ($x = 0$) relațiile stabilite pentru cazul

II rămîn valabile. Făcînd $x = 0$ în relaţiile (4), (5), (6'), (7'), (8'), (9) şi (11) rezultă:

$$\rho = \cos\alpha\,;\quad l = \rho h = h\cos\alpha$$

$$\operatorname{tg}\gamma_v = \operatorname{tg}\alpha\,;\quad \gamma_v = \alpha\,;\quad \delta = 0$$

$$\operatorname{tg}\gamma_0 = \frac{y}{\rho h} = \frac{y}{h\cos\alpha}$$

$$\operatorname{tg}\gamma = \sqrt{\operatorname{tg}^2\alpha + \frac{y^2}{h^2\cos^2\alpha}}$$

$$\cos\gamma = \rho\cos\beta = \cos\alpha.\cos\beta$$

c) Cazul III. *Punctul A este situat în stînga punctului B* ($x < 0$) (fig. 3). În acest

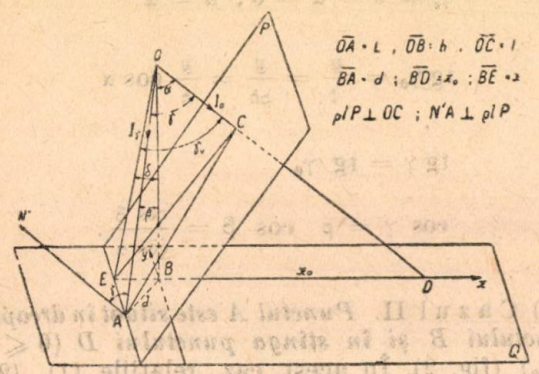


Fig. 3

caz relaţiile (1), (2), (3), (9), (10) şi (11), rămînînd valabile, iar relaţiile (4) şi (5) devin

$$\overline{OC} = l = h\cos\alpha - x\sin\alpha =$$

$$= h\left(\cos\alpha - \frac{x}{h}\sin\alpha\right) = \rho' h \qquad (4'')$$

unde

$$\rho' = \cos\alpha - \frac{x}{h}\sin\alpha. \qquad (5'')$$

De asemenea expresia tangentei unghiului γ_v se scrie:

$$\operatorname{tg}\gamma_v = \frac{\overline{EC}}{\overline{OC}} = \frac{\sin\alpha + \frac{x}{h}\cos\alpha}{\cos\alpha - \frac{x}{h}\sin\alpha} \qquad (6'')$$

sau

$$\operatorname{tg}\gamma_v = \operatorname{tg}(\alpha + \delta) \qquad (7'')$$

de unde:

$$\gamma_v = \alpha + \delta. \qquad (8'')$$

Pentru toate aceste cazuri caracteristice urmează să se stabilească calculul iluminărilor cu ajutorul nomogramelor cu puncte aliniate.

Aparatele de iluminat exterior sînt totdeauna aparate de iluminat direct, cu alte cuvinte întreg fluxul luminos al aparatului este radiat în emisfera corespunzătoare domeniilor de

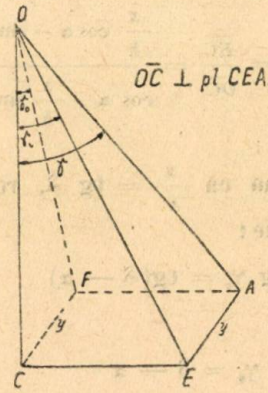


Fig. 4

variaţie a unghiurilor γ_0, γ_v şi γ de la 0° la 90°. În stînga punctului B, punctele de pe planul Q, situate în stînga dreptei $E_m A_m$ paralelă cu axa βy, numai sînt iluminate (fig. 5). Dreapta $E_m A_m$ este locul geometric al punctelor, ale căror direcţii din punctul 0 fac unghiuri $\gamma = \frac{\pi}{2}$ cu axa optică a aparatului. Punctele de pe dreapta $A_m E_m$ au deci aceeaşi abscisă, care este egală după cum se vede din fig. 5, cu

$$x_{E_m} = -h\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = -\frac{h}{tg\,\alpha}.$$

Această dreaptă reprezintă limita semiplanului iluminat de aparatul montat înclinat.

Pentru aparatul de iluminat considerat, care are două planuri de simetrie, nu interesează semnele unghiurilor γ_0 şi γ_v. Două puncte, avînd aceeaşi abscisă x şi ordonate egale şi de sens contrar ($+y$ şi $-y$), prezintă aceeaşi

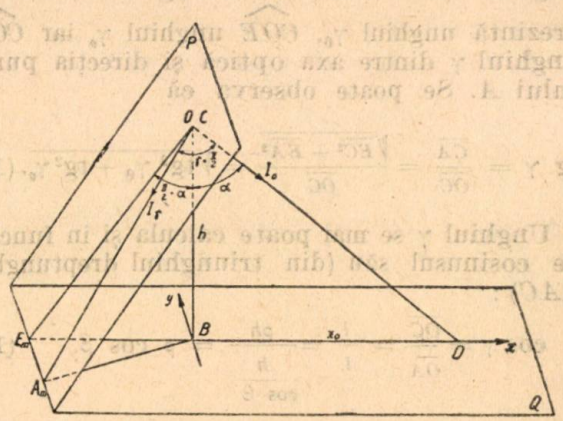


Fig. 5

iluminare, cu alte cuvinte toate curbele de aceeaşi iluminare (isolux) de pe planul Q au dreapta BD drept axă de simetrie.

După metoda Knorring, calculul iluminării produsă de aparate de iluminat montate înclinat se poate face folosind curbele spaţiale

de aceeaşi iluminare relativă. Aceste curbe reprezintă valorile egale $\varepsilon = \underline{I_{\gamma_0\gamma_0}} \cos^3 \beta = \underline{I_{\gamma_0\gamma_0}} \cos^3 \gamma$ în coordonate rectangulare ξ şi η pentru un anumit aparat de iluminat. Mărimea ε reprezintă iluminarea pe un plan perpendicular pe axa optică a aparatului situat la distanţa $h = 1$ m de centrul aparatului (fig. 6). Coordonatele ξ şi η ale unui punct oarecare de pe o curbă de o anumită iluminare relativă sînt numeric egale cu tangentele unghiurilor din planurile de simetrie ale aparatului, unghiuri care determină poziţia punctului.

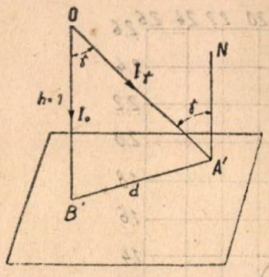


Fig. 6

$$\xi = \operatorname{tg} \gamma_v; \quad \eta = \operatorname{tg} \gamma_0. \tag{12}$$

Pentru calculul iluminării în punctul A de pe planul orizontal Q cu ajutorul curbelor iluminărilor relative constante, se calculează mai întîi iluminarea în punctul A pe planul P perpendicular pe axa optică a aparatului (fig. 1,2,3,4) cu relaţia următoare dedusă din (2).

$$E_v = \frac{\varepsilon}{l^2 k} \tag{13}$$

unde:

- ε este iluminarea relativă determinată din curbele de iluminare relativă pentru coordonatele $\xi = \operatorname{tg} \gamma_v$ şi $\eta = \operatorname{tg} \gamma_0$ care fixează poziţia punctului A;
- l — distanţa de la centrul aparatului pînă la planul P perpendicular pe axa optică a aparatului.

Iluminarea în acelaşi punct A pe planul orizontal se determină cu ajutorul legii cosinusurilor (fig. 1,2,3,4)

$$\frac{E_Q}{E_p} = \frac{\cos \beta}{\cos \gamma} = \frac{\frac{h}{L}}{\frac{l}{L}} = \frac{h}{l}$$

de unde:

$$E_Q = E_p \frac{h}{l}.$$

Înlocuind expresia iluminării E_p, se obţine relaţia, care determină iluminarea orizontală în punctul A;

$$E_{A_0} = E_Q = \frac{\varepsilon h}{l^3 k} \tag{14}$$

sau înlocuind pe $l = \rho h$, se obţine:

$$E_{A_0} = \frac{\varepsilon}{\rho^3 h^2 k} \tag{15}$$

Calculul iluminării într-un punct oarecare A de pe planul orizontal decurge în modul următor, după metoda Knorring: cunoscînd h şi α şi măsurînd după plan coordonatele x şi y, se determină raportul $\frac{x}{h}$ şi se citesc într-o tabelă valorile ξ, ρ şi ρ^3 în funcţie de α şi $\frac{x}{h}$. Se calculează $\eta = \frac{y}{\rho h}$ şi se citeşte apoi ε din curbele iluminărilor relative pentru coordonatele respective ξ şi η. cu ajutorul cifrelor astfel obţinute pentru ε, ρ^3, h^2 se calculează iluminarea căutată cu formula (15).

Cu metoda curbelor de egală iluminare, se pot găsi pe plan puncte de o anumită iluminare, deci se poate construi o curbă isolux. În acest caz se procedează în felul următor: se cunosc mărimile h, α şi iluminarea kE_{A_0} şi se alege coordonata x a punctului. Se determină raportul $\frac{x}{h}$ şi se citesc într-o tabelă valorile ξ, ρ şi ρ^3 în funcţie de α şi $\frac{x}{h}$. Se calculează iluminarea relativă ε cu relaţia (15) pentru valoarea dată a iluminării. Cu ajutorul valorilor obţinute pentru ε şi ξ se determină η din curbele iluminărilor relative şi se calculează însfîrşit cu relaţia (9) a doua coordonată y a punctului căutat. Coordonatele x şi y determină de fapt poziţia a doua puncte de pe curba isolux, puncte aşezate simetric faţă de proiecţia axei optice pe planul de iluminat.

Pentru instalaţiile de iluminatul străzilor, aparatele de iluminat, montate înclinat sînt în general simetrice, cu alte cuvinte corpurile lor fotometrice sînt de revoluţie. În acest caz relaţiile de calcul rămîn valabile, putîndu-se aduce totuşi unele simplificări metodelor de calcul. Intensitatea luminoasă este determinată numai de unghiul γ deoarece în toate planurile trecînd prin axa optică, intensitatea luminoasă este aceeaşi pentru toate direcţiile făcînd unghiul γ cu această axă.

După metoda Goldstein [1], calculul iluminării într-un punct oarecare A, pentru un aparat de iluminat simetric montat înclinat, se face în felul următor: cunoscînd h şi α şi măsurînd după plan x şi y sau x şi d, se determină într-o abacă carteziană ρ în funcţie de α şi $\frac{x}{h}$. Se citeşte apoi γ dintr-o altă abacă carteziană în funcţie de ρ şi $\frac{d}{h}$. În funcţie de unghiul γ, se citeşte intensitatea luminoasă I_γ din curba fotometrică (aparat de iluminat simetric) şi se calculează apoi iluminarea cu formula (2'). Se menţionează că prin această metodă de calcul, care porneşte de la intensităţi luminoase, nu se pot determina puncte de o anumită iluminare, cu alte cuvinte nu se poate construi direct o curbă isolux.

Pentru aparate de iluminat simetrice, curbele de iluminare relativă sînt nişte cercuri concentrice (fig. 7). În acest caz iluminarea relativă depinde numai de tg γ. Calculul iluminării în punctul A, cu ajutorul curbelor de egală iluminare relativă, se poate face în acelaşi mod ca şi în cazul metodei Knorring, folosind aceeaşi tabelă pentru ξ, ρ şi ρ^3.

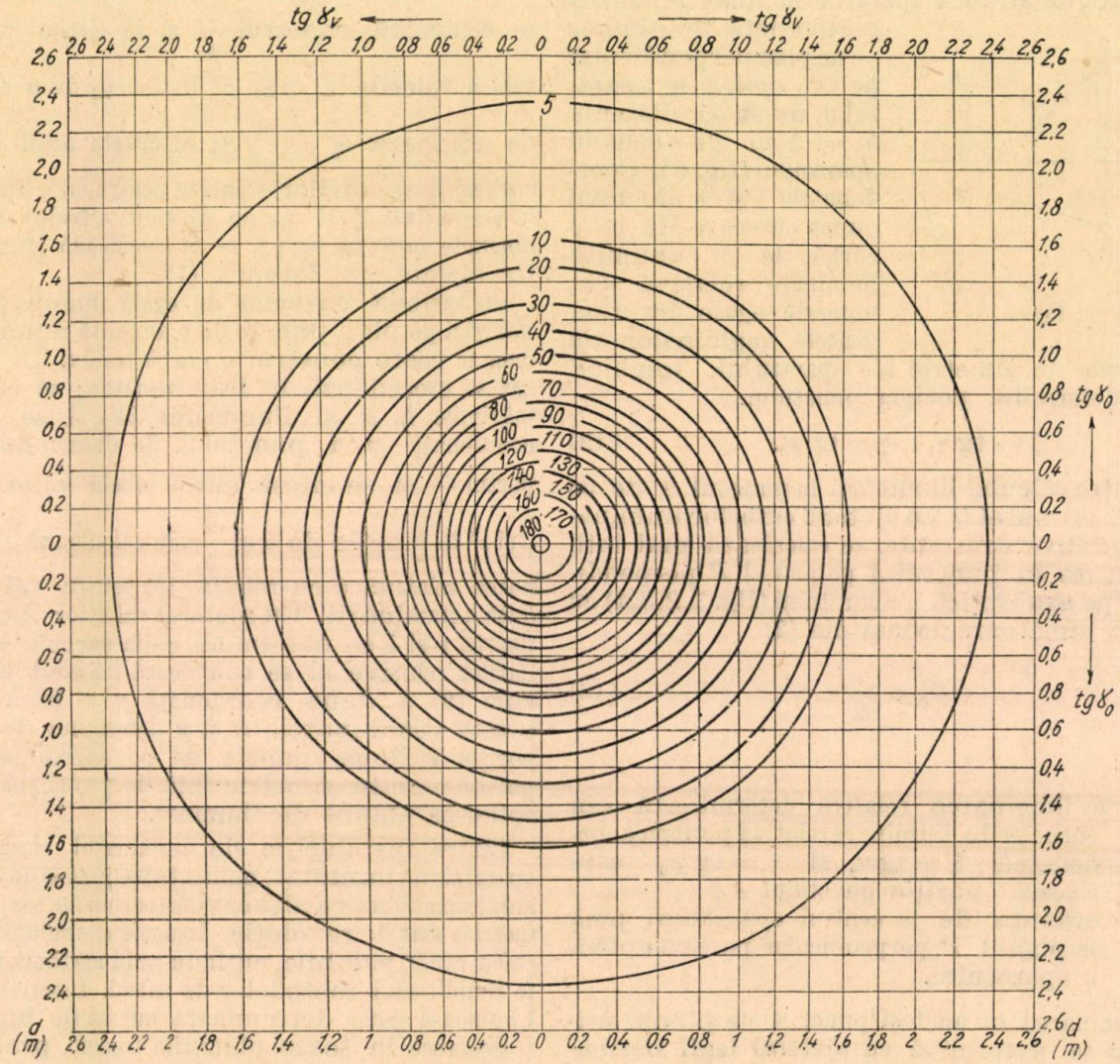


Fig. 7 Curbele iluminărilor relative constante pentru aparatul de iluminat NG 500 cu lampa convenţională de 1 000 lm, montată în poziţie inferioară.

3. Metoda pentru calculul iluminărilor pe baza intensităţilor luminoase cu ajutorul nomogramelor

Această metodă de calcul se poate folosi numai pentru aparate de iluminat cu raza mică de acţiune, care sînt în general simetrice, deoarece la proiectoare intensităţile luminoase variază prea repede în funcţie de unghiul dintre axa optică şi direcţia punctului de calcul. Pentru calculul iluminării date de un aparat de iluminat simetric montat înclinat, se folosesc în această metodă trei nomograme cu puncte aliniate (fig. 8, 9 şi 10).

Nomograma pentru calculul mărimilor ρ şi ρ' (fig. 8) are doi suporţi drepţi I şi II (pentru raportul $\frac{x}{h}$ şi mărimile ρ şi ρ') şi un suport curb III (pentru unghiul α). Scările I şi II sînt gradate liniar. Deoarece domeniile de variaţie ale mărimilor $\frac{x}{h}$, ρ şi ρ' sînt diferite pentru cazul aparatelor de iluminat simetrice şi pentru cazul proiectoarelor, în fig. 8 sînt prezentate de fapt două nomograme, scările mărimilor $\frac{x}{h}$ şi ρ(sau ρ') fiind trasate pe aceeaşi suporţi. Scările I, II şi III au domenii de variaţie mai mari pentru raportul $\frac{x}{h}$ $(0 \div 12)$ şi pentru mărimile ρ sau ρ' $(2 \div 16)$ şi se folosesc mai ales pentru proiectoare.

Scările I', II' și III' au domenii de variație mai mici pentru raportul $\frac{x}{h}$ $(0 \div 6)$ și

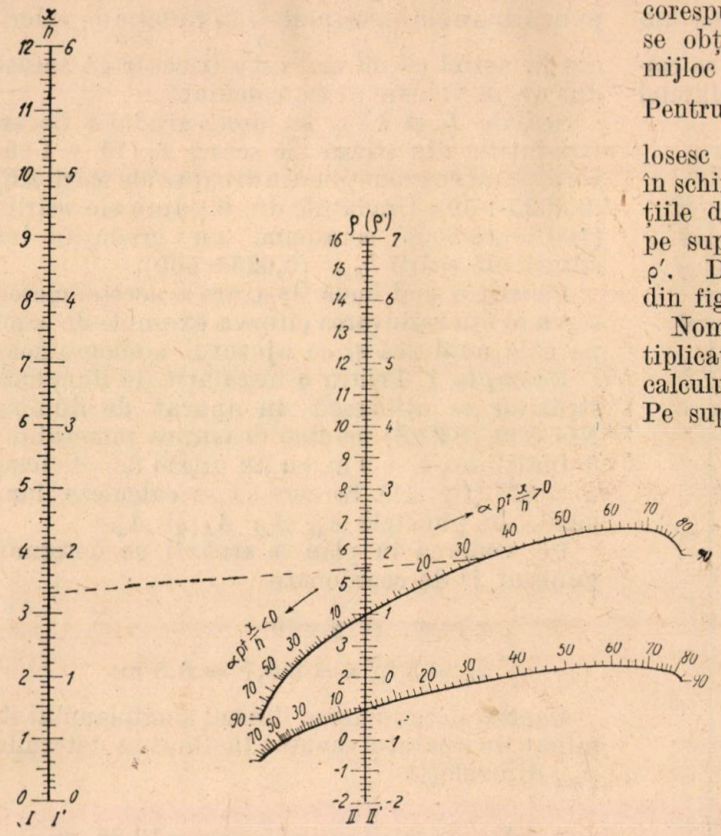


Fig. 8. Nomograma pentru calculul mărimilor ρ și ρ′ în funcție de unghiul de înclinare și de raportul $\frac{x}{h}$. Exemplul trasat pe figură: Date: $\frac{x}{h} = 1{,}66$, $\alpha = 35°$: Rezultă $\rho = 1{,}77$

Unind printr-o dreaptă punctul respectiv al valorii $\frac{x}{h}$ de pe suportul drept cu punctul corespunzător valorii α de pe suportul curb, se obține la intersecția cu suportul drept din mijloc valoarea căutată a mărimii ρ sau ρ'. Pentru valori negative ale raportului $\frac{x}{h}$ se folosesc aceleași gradații de pe scara respectivă, în schimb pe suportul curb se utilizează gradațiile din stînga axei ρ; în acest caz se obține pe suportul drept din mijloc valoarea mărimii ρ'. Detalii asupra construcției nomogramei din fig. 8 sînt date în anexă.

Nomograma din fig. 9 este de tipul multiplicativ în forma literei N și servește pentru calculul mărimii cos γ cu ajutorul relației (11) Pe suporții drepți paraleli gradați liniar sînt

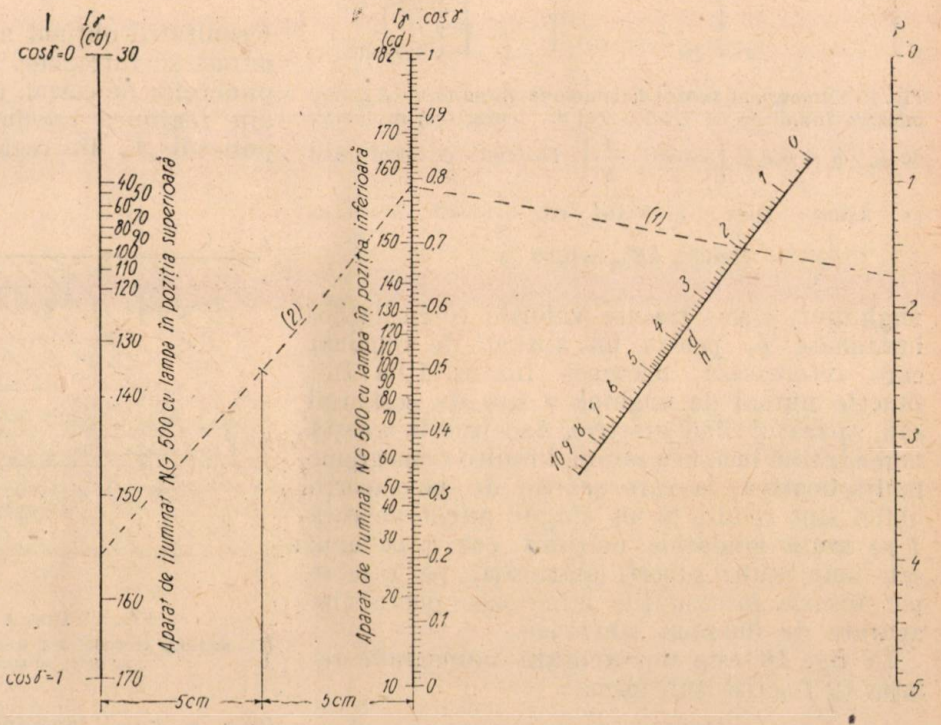


Fig. 9 Nomograma pentru determinarea mărimilor cos γ și I_γ în funcție de ρ (sau ρ') și $\frac{d}{h}$ la aparate de iluminat simetrice. Exemplu de calcul trasat pe figură: Date: $\rho = 1{,}77$ $\frac{d}{h} = 2$. Rezultă cos $\gamma = 0{,}79$ și $I\gamma = 157$.

pentru mărimile ρ sau ρ' $(-2 \div 7)$ și se folosesc mai ales pentru aparate de iluminatul străzilor obișnuite (cu raza mică de acțiune).

notate valorile cos γ și ρ (sau ρ'), iar suportul drept așezat oblic și gradat omografic sînt notate valorile cos β. Deoarece cos β este funcție

de raportul $\frac{d}{h}$ [vezi relaţia (3)], pe suportul oblic s-au notat în locul valorilor cos β chiar valorile raportului $\frac{d}{h}$ care este o mărime cunoscută, astfel că nu mai este necesar să se calculeze valorile cosinusului. Pe scara cosinusului

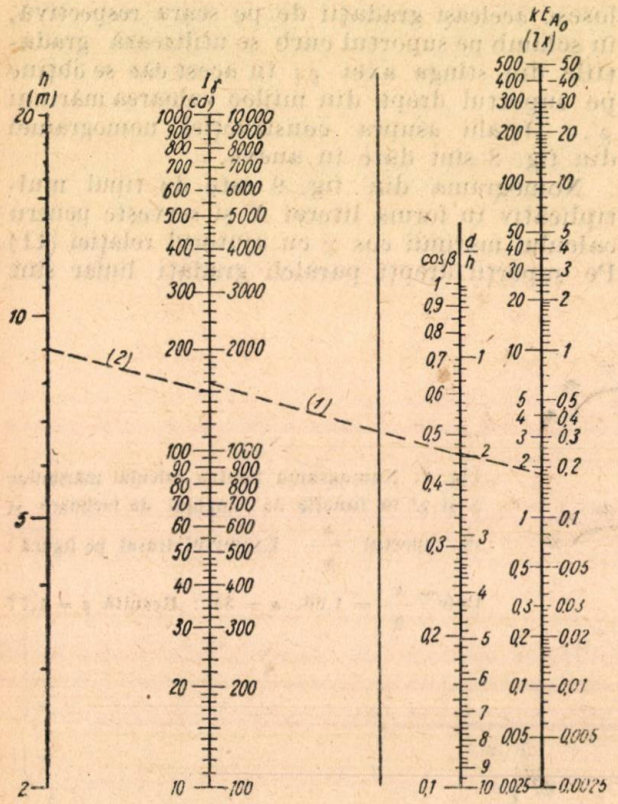


Fig. 10 Nomograma pentru deteminarea iluminării kE_{A_0} (iluminarea înmulţită cu coeficientul de depreciere) în funcţie de I_γ, h şi cos β $\left(\text{respectiv } \frac{d}{h}\right)$. Exemplu de calcul trasat pe figură: Date: $I_\gamma = 157$ cd, $\frac{d}{h} = 2$, $h = 9$ m. Rezultă $kE_{A_0} = 0{,}18$ lx.

unghiului γ sînt trecute valorile intensităţilor luminoase I_γ pentru un aparat de iluminat care interesează, deoarece intensităţile sînt funcţie numai de unghiul γ sau de cosinusul său, aparatul fiind simetric. Asociind la această nomogramă încă una sau mai multe nomograme multiplicative, la care scările de pe suporţii oblici sînt reduse la un singur punct de cotă *1* se mută gradaţiile mărimii cos γ pe unul sau mai mulţi suporţi alăturaţi, pe care se pot înscrie intensităţile luminoase pentru alte aparate de iluminat simetrice.

În fig. 10 este reprezentată nomografic relaţia (2′) scrisă sub forma:

$$\log(kE_{A_0}) + 2\log h = \log I_\gamma + 3\log\cos\beta = \log V.$$

Rezultatul este o nomogramă complexă, compusă din două nomograme adiţionale cu scări logaritmice. Suportul mărimii auxiliare V nu este gradat, valorile sale neprezentînd interes. Pe scara cosinusului sînt trecute şi valorile corespunzătoare ale raportului $\frac{d}{h}$ în funcţie de valorile cos β, astfel că nu mai este necesar ca această din urmă valoare să fie calculată.

Scările I_γ şi kE_{A_0} au două gradaţii fiecare. Gradaţiile din stînga ale scării I_γ (10 ÷ 1 000) corespund cu gradaţiile din dreapta ale scării kE_{A_0} (0,0025÷50). Gradaţiile din dreapta ale scării I_γ (100 ÷ 10 000) corespund cu gradaţiile din stînga ale scării k_{EA_0} (0,025÷500).

Pentru o mai bună ilustrare a acestei metode se va arăta rezolvarea cîtorva exemple de calcul pe cale analitică şi cu ajutorul nomogramelor.

Exemplu 1. Pentru o instalaţie de iluminatul străzilor se utilizează un aparat de iluminat NG 500 (STAS) montat deasupra punctului B la înălţimea $h = 9$ m, cu un unghi de înclinare $\alpha = 35°$ (fig. 11). Se cere să se calculeze iluminările în punctele A_1, A_2, A_3 şi A_4.

Pe vederea în plan a străzii se determină punctul D de coordonate

$$x = x_0 \text{ şi } y = 0$$

$$x_0 = h \operatorname{tg}\alpha = 9 \cdot 0{,}7 = 6{,}3 \text{ m}.$$

Pentru determinarea limitei semiplanului iluminat de aparatul montat înclinat se determină x_{Em} din relaţia

$$X_{Em} = -\frac{h}{tg\,\alpha} = -\frac{9}{0{,}7} = -12{,}86 \text{ m}.$$

Rezultatul obţinut arată că trotuarul este iluminat în întregime. Ţinînd seama de abscisele punctelor de calcul, punctele A_1 şi A_2 fac parte din regiunea cazului I de calcul ($x \geqslant x_0$) punctul A_3 din regiunea cazului II de calcul

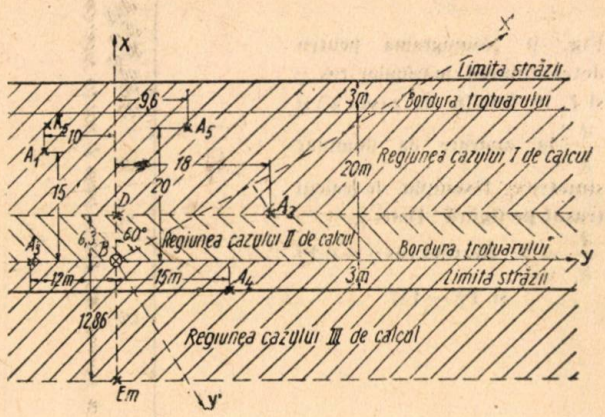


Fig. 11 Pentru exemplu de calcul:
B — proiecţia centrului *O* al aparatului de iluminat; *D*— intersecţia axului optic al aparatului cu suprafaţa străzii.

($0 \leqslant x < x_0$), iar punctul A_4 din regiunea cazului III ce calcul ($x < 0$).

Din fig. 11 se măsoară coordonatele punctului A_1:

$x_{A1} = 15$ m şi $y_{A1} = 10$ m. Se determină $\frac{x}{h}$, d, $\frac{d}{h}$ şi $\cos\beta$

$$\frac{x}{h} = \operatorname{tg}\delta = \frac{15}{9} = 1{,}66$$

$$d = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{15^2 + 10^2} = 18{,}04 \text{ m}$$

$$\frac{d}{h} = \frac{18{,}04}{9} = 2 \text{ şi } \cos\beta = \frac{h}{\sqrt{d^2 + h^2}} =$$

$$= \frac{9}{\sqrt{18{,}04^2 + 9^2}} = 0{,}447.$$

punctele $\frac{d}{h} = 2$ şi $I_\gamma = 157$ (gradaţiile din stînga scării). Se uneşte apoi punctul de intersecţie obţinut cu punctul $h = 9$ m şi se obţine la intersecţia cu suportul respectiv valoarea căutată a iluminării $kE_{A0} = 0{,}18$ lx (gradaţiile din dreapta scării). La fel se face calculul iluminărilor în punctele A_2, A_3 şi A_4 cu ajutorul nomogramelor. Se menţionează numai că pentru punctul A_4 în nomograma din fig. 8 se utilizează scara valorilor unghiului α pentru $\frac{x}{h} < 0$. Rezultatele calculelor cu nomogramele sînt date în tabela 2.

Tabela 1

Punctul de calcul	x m	y m	$\frac{x}{h}$	d m	$\frac{d}{h}$	$\cos\beta$	ρ	ρ'	$\cos\gamma$	γ [°]	I_γ [cd]	kE_{A0} [lx]	Formulele de calcul
A_2	6,3	20	0,7	21	2,33	0,395	1,221	—	0,482	88	88	0,0668	Cazul I (limită)
A_3	0	−12	0	12	1,33	0,6	0,819		0,492	60	92	0,246	Cazul II (limită)
A_4	−3	15	−0,333	15,3	1,7	0,507	—	0,628	0,318	17	54	0,082	Cazul III

Mărimile ρ şi $\cos\gamma$ se calculează cu ajutorul relaţiilor (5) şi (11).

$$\rho = \cos\alpha + \frac{x}{h}\sin\alpha = 0{,}819 +$$

$$+ 1{,}66 \cdot 0{,}574 = 1{,}772$$

$\cos\gamma = \rho\cos\beta = 1{,}772 \cdot 0{,}447 = 0{,}792$; $\gamma = 37°$.

Din curba fotometrică se citeşte intensitatea luminoasă $I_\gamma = 157$ cd corespunzător unghiului $\gamma = 37°$ pentru aparatul de iluminat NG 500 cu lampa în poziţia inferioară (pentru lampa convenţională de 1 000 lm). Iluminarea se determină cu formula (2):

$$kE_{Ac} = \frac{I_\gamma \cos^3\beta}{h^2} = \frac{157 \cdot 0{,}0892}{81} = 0{,}173 \text{ lx}.$$

In mod asemănător se calculează şi iluminările în punctele A_2, A_3 şi A_4 aplicînd formulele de calcul respective. Valorile de bază, rezultatele de calcul intermediare şi cele finale sînt trecute în tabela 1.

Determinarea iluminărilor în punctele A_1, A_2, A_3 şi A_4 se poate face în mod foarte simplu prin 3 citiri cu nomogramele propuse. Astfel pentru punctul A_1, unind nomograma din fig. 8 cu o dreaptă punctul $\frac{x}{h} = 1{,}66$ de pe scara I' cu punctul $\alpha = 35°$ de pe scara III' (pentru $\frac{x}{h} > 0$), se citeşte la intersecţia cu suportul drept din mijloc $\rho = 1{,}77$ (pe scara II'). In nomograma din fig. 9 ducînd o dreaptă prin punctele $\rho = 1{,}77$ şi $\frac{d}{h} = 2$, se citeşte $\cos\gamma = 0{,}79$ şi $I_\gamma = 157$ cd. Trecînd apoi la nomograma din fig. 10, se trasează mai întîi o dreaptă prin

Tabela 2

Punctul de calcul	$\frac{x}{h}$	$\frac{d}{h}$	ρ	ρ'	$\cos\gamma$	I_γ [cd]	kE_{A0} [lx]
A_2	0,7	2,33	1,22	—	0,485	88	0,065
A_3	0	1,33	0,82	—	0,495	92	0,24
$A1$	−0,33	1,7	—	0,63	0,325	54	0,085

Se observă că rezultatele obţinute prin metoda analitică şi prin metoda nomografică sînt practic identice, diferenţele rezultate fiind foarte mici.

4. Calculul coordonatelor unui punct în cazul mai multor aparate montate pe acelaşi loc

In practică se montează deseori pe acelaşi stîlp două sau mai multe aparate de iluminat la aceiaşi înălţime, axele lor optice făcînd printre ele unghiuri φ egale şi cuprinse între 30° şi 120°. Distanţele pe orizontală între aceste aparate fiind relativ mici, aparatele pot fi considerate ca montate în acelaşi punct.

Pentru calculul iluminării într-un punct din planul orizontal într-un asemenea caz, este necesar să se ţină seama de aportul tuturor aparatelor de iluminat. In acest scop trebuie să se traseze pe planul de calcul axele de coordonate determinate de fiecare aparat de iluminat în parte, să se determine apoi coordonatele punctului de calcul în fiecare din sistemele de axe respective şi apoi să se determine valorile iluminărilor pe cale analitică sau nomografică. Prin însumarea iluminărilor obţinute pentru fiecare aparat de iluminat, rezultă iluminarea totală în punctul de calcul.

Pentru toate sistemele de coordonate cu origine comună, distanţa d a unui punct de calcul este aceeiaşi. Coordonata x' a unui punct

față de un sistem de axe de coordonate $0\ x'y'$ rotit cu unghiul φ față de sistemul inițial $0xy$ se calculează cu relația:

$$x' = x\cos\varphi + y\sin\varphi = x\left(\cos\varphi + \frac{y}{x}\sin\varphi\right) \quad (16)$$

în care x și y sînt coordonatele punctului față de sistemul de axe inițial. Ținînd seama de faptul că $d = \sqrt{x^2 + y^2}$ relația (16) se mai scrie:

$$x' = x\left(\cos\varphi + \sqrt{\left(\frac{d}{x}\right)^2 - 1}\ \sin\varphi\right) = \psi x \quad (17)$$

unde:

$$\psi = \cos\varphi + \sqrt{\left(\frac{d}{x}\right)^2 - 1}\ \sin\varphi \quad (18)$$

d fiind distanța de la originea axelor la punctul de calcul. Pentru a se evita trasarea mai multor sisteme de axe de coordonate și măsurarea acestor coordonate, care este o operație greoaie, s-a construit o nomogramă (fig. 12) pentru calculul coordonatei x' după relația (17).

Relația (17) este transpusă în fig. 12 într-o nomogramă complexă alcătuită din două nomograme simple suprapuse; o nomogramă multiplicativă în forma literii N pentru efectuarea operației $x' = \psi x$ și o nomogramă de același tip cu aceea din fig. 8 pentru calculul mărimii ψ în funcție de unghiul φ și de raportul $\frac{d}{h}$.

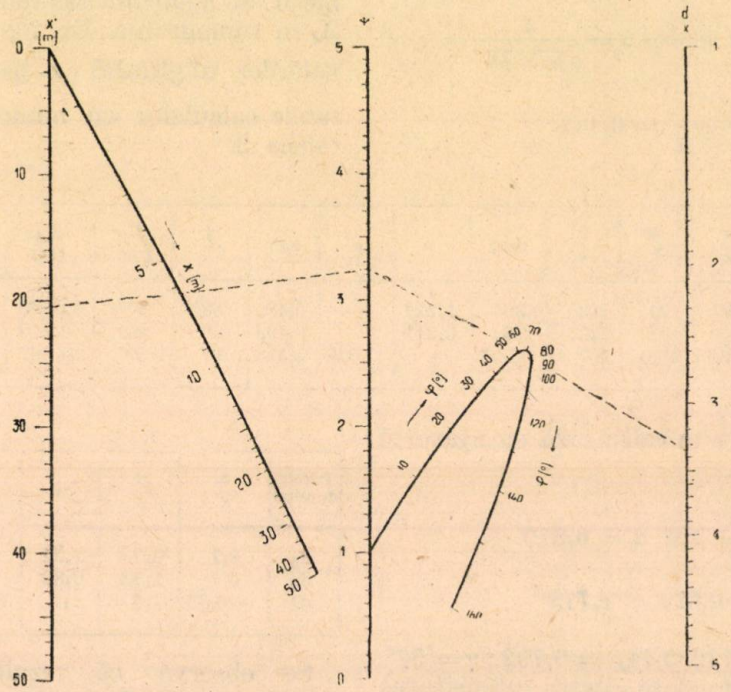


Fig. 12 Nomograma pentru calculul coordonatei x' în funcție de x, $\frac{d}{x}$ și φ. Exemplu de calcul trasat pe figură: Date: $\frac{d}{x} = 3{,}33$. $\varphi = 60°$, $x = 6{,}3$ m. Rezultă $x' = 20{,}4$ m.

Pentru a exemplifica utilizarea acestei nomograme se va arăta cum se poate calcula noua coordonată x' a punctului A_2 (fig. 11) în cazul cînd axa, optică este rotită cu un unghi $\varphi = 60°$. Pentru acest punct vechea coordonată era $x = 6{,}3$ m, iar distanța de la origine la punct $d = 21$ m. Unind printr-o dreaptă punctul $\frac{d}{x} = 3{,}33$ cu punctul $\varphi = 60°$ (de pe suportul curb), se determină un punct pe scara ψ. Prin acest punct și prin punctul $x = 6{,}3$ m de pe suportul înclinat se trasează o dreaptă care intersectează suportul x', în punctul $x' = 20{,}4$ m. Calculul iluminării decurge mai departe în mod obișunit pornind de la coordonatele x' și d.

(Continuarea în numărul următor)

Turbine Kaplan de mare cădere

Prof. Dr. Ing. DORIN PAVEL
Laureat al Premiului de Stat

Se arată importanța utilizării turbinelor Kaplan la căderi pînă la 100 m și puteri foarte mari. Se analizează cîteva turbine de acest fel și se dezvoltă considerațiuni teoretice originale privind proiectarea și utilizarea turbinelor Kaplan de mare cădere. Studiul noilor turbine Kaplan de cădere mare este de actualitate și la noi.

Dezvoltarea utilizării turbinelor hidraulice

Cu trei decenii în urmă amenajarea uzinelor fluviale, care utilizau căderi H — foarte mici însă cu debite Q — mari, se făcea cu turbine Francis rapide.

Aceste turbine s-au dezvoltat la rîndul lor de la puteri P mai mici ca 5000 CP, la puteri mijlocii de ordinul 20 000 CP pe turbină, atingîndu-se rapidități $n_s = n\,P^{1/2}H^{-5/4}$ pînă la circa 500 (turbinele X).

Creșterea ulterioară a consumului de energie electrică a favorizat dezvoltarea uzinelor hidroelectrice de puteri tot mai mari, în trei direcții:

— de o parte au fost amenajate uzine cu căderi tot mai mari, depășindu-se 2000 m, echipate cu turbine Pelton cu n_s foarte mici, atingîndu-se puteri unitare de ordinul 80 000 CP pe turbină;

— de altă parte uzinele cu căderi mijlocii de 25—300 m au fost echipate cu turbine Francis, simple, duble, gemene sau triple cu n_s cuprinse între 80—400 și puteri unitare pînă la 100 000 CP pe turbină;

— în fine s-au dezvoltat uzine fluviale cu căderi mici de la 1 la 15 m, echipate la început cu turbine Francis rapide, apoi după 1925 cu turbine Kaplan, la început de puteri sub 5000CP. Cu timpul turbinele Kaplan s-au dezvoltat în sensul creșterii căderii spre 25 m și a puterii unitare spre 60 000 CP pe turbină.

Situația actuală

In ultimii ani hidroelectrificarea a înregistrat succese remarcabile, în domeniul căderilor și puterilor mari în țări cu regiuni muntoase ca: Elveția, Suedia, Norvegia, Italia, Franța, Austria, S.U.A. etc., iar în domeniul căderilor joase și cu puteri foarte mari în U.R.S.S.

Astfel s-a ajuns la turbine Pelton de căderi foarte mari, chiar peste 2000 m și puteri aproape de 100 000 CP pe turbină, la turbine Francis la căderi pînă la 400 m și puteri de ordinul 150 000 CP pe turbină, iar turbinele Kaplan au trecut la căderi mai mari de 25—40 m și puteri de peste 100 000 CP pe turbină.

Noile tendințe ale dezvoltării turbinelor

Pe lîngă dezvoltarea în sensul creșterii puterii unitare a turbinelor și puterii total instalate în uzinele hidroelectrice, se constată două tendințe interesante din punct de vedere hidroenergetic și hidromecanic.

1. *Turbinele Francis foarte lente*, cu contrapresiune și puteri unitare foarte mari, deplasează domeniul de utilizare al turbinelor Pelton rapide azi aproximativ în zona căderilor de 400—550 m (desigur în curînd spre 600 m). Intr-adevăr la căderi de acestea și la puteri foarte mari turbinele Pelton ajung la n_s peste 40 și cum $n_s = \sqrt{m\,M}\,n_{si}$, cu n_{si} — al unuia din cele m — injectoare și M — numărul rotoarelor, se vede că m și M cresc peste limitele admisibile. Investiția J_P într-o asemenea turbină Pelton rapidă depășesc cu mult investiția J_F într-o turbină Francis ultralentă de același n_s.

In schimb curba de randament $\eta = f\,(Q)$ a turbinei Pelton este mult mai aplatisată dar cu η_{max} cu 2—4% mai mic decît a turbinei Francis, la care însă $\eta = f\,(Q)$ este parabolică, defavorabilă ca formă. Calculînd, din planul de exploatare anual, energia suplimentară, ΔE_{P-F} (kWh/an) realizată de turbina Pelton peste energia turbinei Francis și considerînd coeficientul cheltuielilor anuale $k = 0{,}05 \ldots 0{,}06$ pentru echipamente hidromecanice, iar p (lei/kWh) valoarea energiei, obținem bilanțul:

$$k\,I_P - p\,\Delta E_{P-F} \gtreqless k\,I_F$$

sau

$$I_P \gtreqless I_F + \frac{p}{k}\,\Delta E_{P-F}.$$

In primul caz se alege turbina Francis, în al treilea caz turbina Pelton, iar în cazul mijlociu, la paritate economică, vor contribui criteriile tehnologice și cele ale exploatării la determinarea soluției optime. In zonele $H = 300 — 550$ m, la puteri mari, rezultă în prezent mai avantajoasă turbina Farncis ultralentă cu $n_s < 80$, dîndu-i-se contrapresiunea $(-H_s)$ necesară evitării cavitației. La noi este în pregătire realizarea uzinei Drăgan cu turbine de acestea pentru care avem 3 turbine de cîte 14 000 CP la căderea maximă de 350 m.

2. *In domeniul căderilor 25—70 m* (în viitor spre $H < 100$ m) și la puteri foarte mari $P = 80\,000 — 250\,000$ CP, se constată că turbinele Kaplan lente, cu $n_s = 270—400$, dislocă turbinele Francis rapide. Turbinele Francis de puteri foarte mari au randamente maxime de 93—94%, dar la sarcini reduse acestea scad

rapid, spre deosebire de turbinele Kaplan care (datorită dublului reglaj) realizează $\eta = f(Q)$ foarte aplatisat.

După un bilanţ, similar cu acela precedent, avem

$$I_K \gtrless I_F + \frac{p}{k} \Delta E_{K-F}$$

şi alegem în primul caz turbina Francis, în cazul al treilea turbina Kaplan, iar în cazul mijlociu, la paritate economică, vor servi alte criterii pentru stabilirea soluţiei optime. In

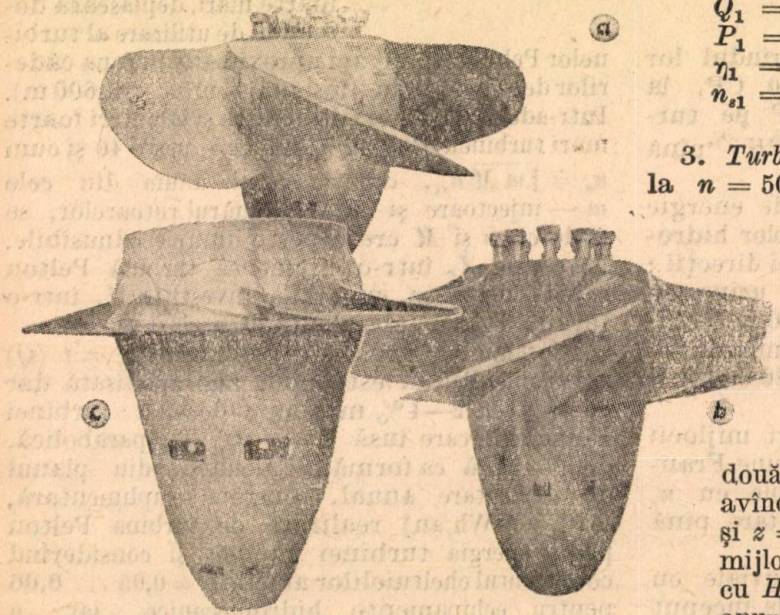


Fig. 1 Trei rotoare de turbine Kaplan:
a — de cădere mijlocie; $H = 15$ m cu $z = 5$ pale; b — de cădere mare 35 m cu 6 pale; c — de cădere mare pînă la 64 m cu 8 pale.

prezent avem de a face cu cazul al treilea, adică turbina Kaplan lentă dislocă pe aceea Francis rapidă în zona căderilor pînă la 70 m şi la puteri foarte mari.

In acest capitol ne ocupăm de ultimul caz.

Exemplificarea utilizării turbinelor Kaplan la căderi mari

Sub cădere mare, înţelegem aci valori relative la domeniul turbinei Kaplan şi nu căderi absolute mari. La turbina Kaplan căderile mici sînt de ordinul sub 8 m, cele mijlocii 8—25 şi mai mari 25—100 m.

Ca exemple, care ilustrează cele arătate în aliniatul 2 precedent citäm 4 tipuri de turbine construite de EWC—Elveţia şi un tip construit în Republica Cehoslovacă.

1. *Turbinele uzinei Montefurado-Spania*, funcţionează fiecare între două căderi limită, anume, minimă cu indicile 1 şi maximă cu indicile 2 la turaţie comună $n = 300$ rot/min şi $z = 6$ pale rotorice (rotorul *b* din fig. 1):

$H_1 = 19{,}6$;	$H_2 = 35{,}1$ (m)
$Q_1 = 37{,}9$;	$Q_2 = 45$ (m³/s)
$P_1 = 8900$;	$P_2 = 18\,800$ (CP)
$\eta_1 = 0{,}90$;	$\eta_2 = 0{,}894$
$n_{s1} = 686$;	$n_{s2} = 482$

2. *Turbinele uzinei Takeda—Japonia*, funcţionează fiecare cu $n = 360$ rot/min şi $z = 8$ pale rotorice în limitele:

$H_1 = 36{,}9$;	$H_2 = 41{,}2$ (m)
$Q_1 = 22$	$Q_2 = 25{,}2$ (m³/s)
$P_1 = 9680$;	$P_2 = 12\,500$ (CP)
$\eta_1 = 0{,}895$;	$\eta_2 = 0{,}902$
$n_{s1} = 390$;	$n_{s2} = 385$

3. *Turbinele uzinei Requejada—Spania*, dau la $n = 500$ rot/min şi $z = 8$ pale rotorice:

$H_1 = 27$;	$H_2 = 57{,}5$ (m)
$Q_1 = 8{,}4$;	$Q_2 = 10{,}2$ (m³/s)
$P_1 = 2700$;	$P_2 = 6960$ (CP)
$\eta_1 = 0{,}895$;	$\eta_2 = 0{,}89$
$n_{s1} = 422$;	$n_{s2} = 264$

4. *In uzina Barcis—Italia*, au fost instalate şi recepţionate, în 1954, prin încercări ştiinţifice, două turbine Kaplan de cădere mare, avînd fiecare $D_1 = 1{,}8$ m la $n = 500$ rot/min şi $z = 8$ pale rotorice. Se notează căderea mijlocie de calcul cu H şi cele extreme cu H_1 şi H_2 (cu rotorul *c* din fig. 1), anume:

$H_1 = 28{,}5$;	$H = 52$;	$H_2 = 63{,}5$ (m)
$Q_1 = 17$;	$Q = 22{,}05$;	$Q_2 = 23$ (m³/s)
$P_1 = 5280$;	$P = 12\,500$;	$P_2 = 17\,200$ (CP)
$\eta_1 = 0{,}818$;	$\eta = 0{,}885$;	$\eta_2 = 0{,}883$
$n_{s1} = 552$;	$n_s = 400$;	$n_{s2} = 366$

In figurile 2, 3 şi 4 se arată detalii referitoare la această turbină.

5. *Uzina tip baraj Slapy*, din Republica Cehoslovacă, în curs de realizare, cuprinde 2 turbine, avînd fiecare caracteristicile $D_1 = 3{,}7$ m, $n = 230{,}8$ rot/min şi $z = 8$ pale, anume:

$H_1 = 25{,}2$;	$H = 51{,}4$;	$H_2 = 56$ (m)
$Q_1 = 72$;	$Q = 100$;	$Q_2 = 106$ (m³/s)
$P_1 = 20300$;	$P = 63\,000$;	$P_2 = 70\,000$ (CP)
$\eta_1 = 0{,}84$;	$\eta = 0{,}918$;	$\eta_2 = 0{,}885$
$n_{s1} = 583$;	$n_s = 420{,}5$;	$n_{s2} = 398$

In fig. 5 se arată uzina baraj şi turbina Slapy.

La noi nu este încă prevăzută utilizarea turbinelor Kaplan de cădere mare, fiind această

soluție abia experimentată în alte țări, dar avem gata livrate turbinele Kaplan de fabricație cehoslovacă pentru 3 uzine pe Jiu (încă neinstalate) pentru căderii mijlocii de 23 — 24 m și puteri unitare de ordinul 5000 CP.

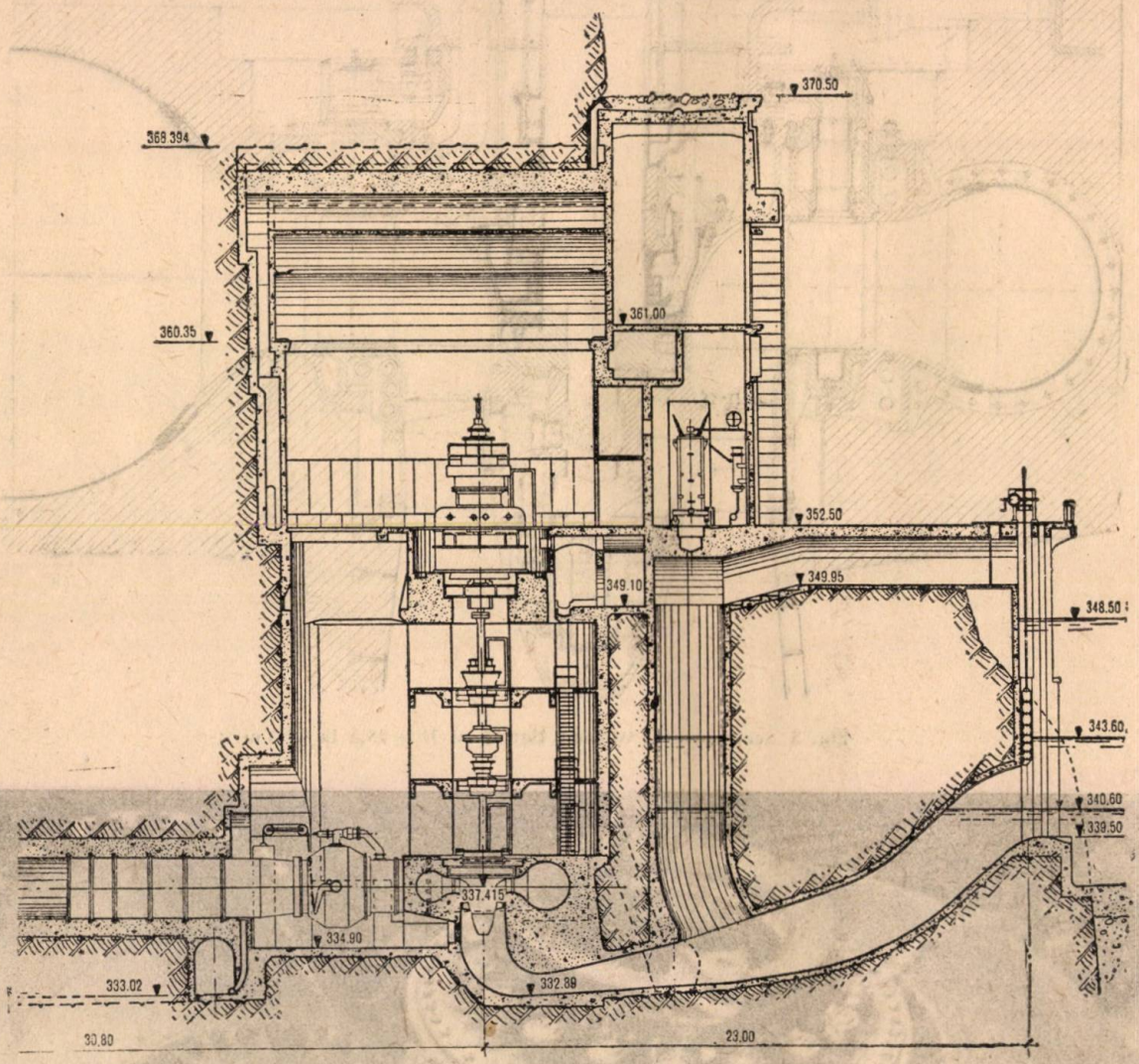


Fig. 2 Instalația turbinei Barcis — Italia.

Considerații teoretice

In cele ce urmează vom trata numai cîteva aspecte, legate de problema utilizării turbinelor Kaplan la căderi foarte mari.

1. *Contrapresiunea la turbinele Kaplan.* Cu cît crește căderea, se accentuează pericolul formării cavitației care produce : prăbușirea randamentului, uzura prematură a turbinei și vibrații dăunătoare. Impotriva acestui fenomen periculos se ia măsura trecerii de la înălțimea de aspirație $H_s > 0$ la contrapresiune $H_s < 0$, definită prin schița fig. 6. Intr-adevăr ținînd seama de notațiile și demonstrația ce am dat în [1] pag. 327, trebuie să fie înălțimea presiunii la intrarea în aspiratorul turbinei cu ax orizontal :

$$\frac{p_3}{\gamma} = 10{,}33 - \frac{A}{900} - \frac{\eta_a}{2g}\left(c_3^2 - c_4^2\right) - H_s - 0{,}5\,D_3 + \\ + \Delta h_r > K_3$$

în care $K_3 = H\,(0{,}00245 + 0{,}000\,000\,00875\; n_s^{2.33})$ în care indicii 3 se referă la intrarea și 4 la ieșirea din aspirator.

Din dubla relație de mai sus se vede că la H_s negativ, adică la majorarea contrapresiunii, prin scufundarea turbinei, termenul $-(-H_s)$ devine $+H_s$ crescător și pericolul cavitației scade. Tot în [1] pag. 344 am dezvoltat o

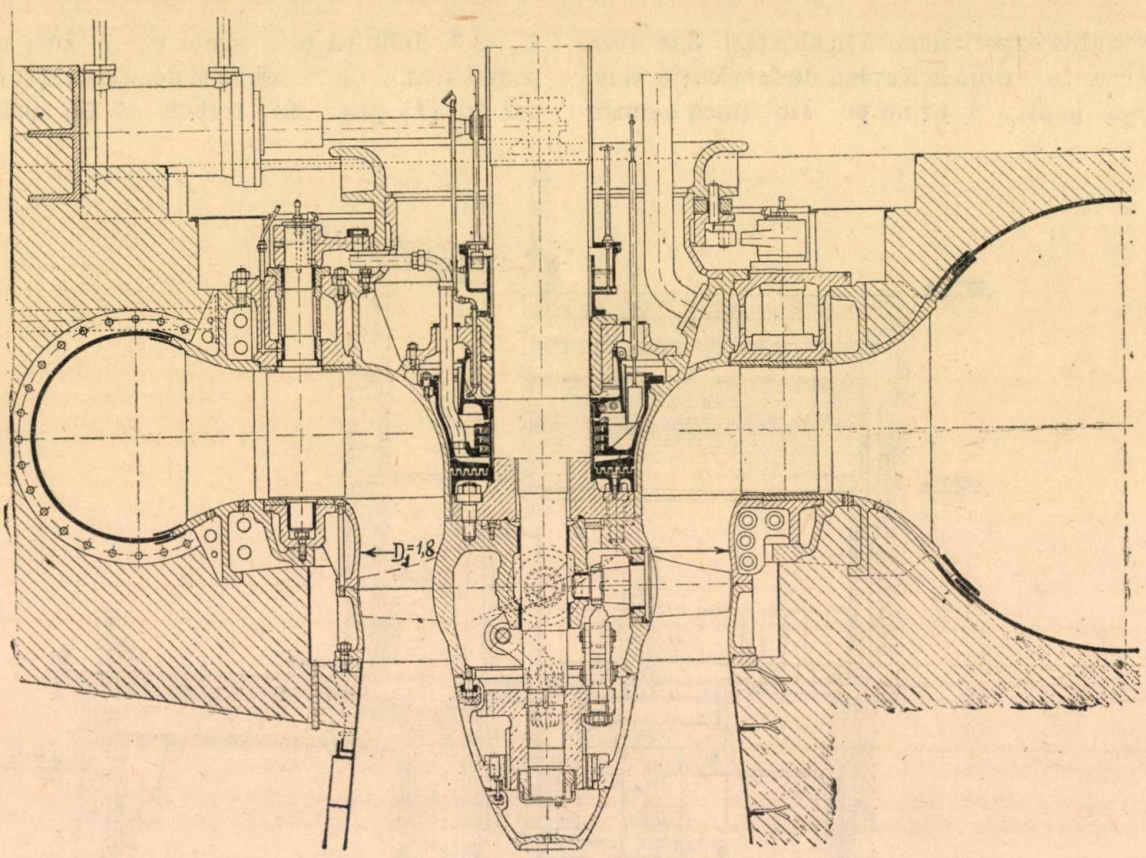


Fig. 3 Secţiune prin turbina Barcis cu $H = 28{,}5$ la 63,5 m.

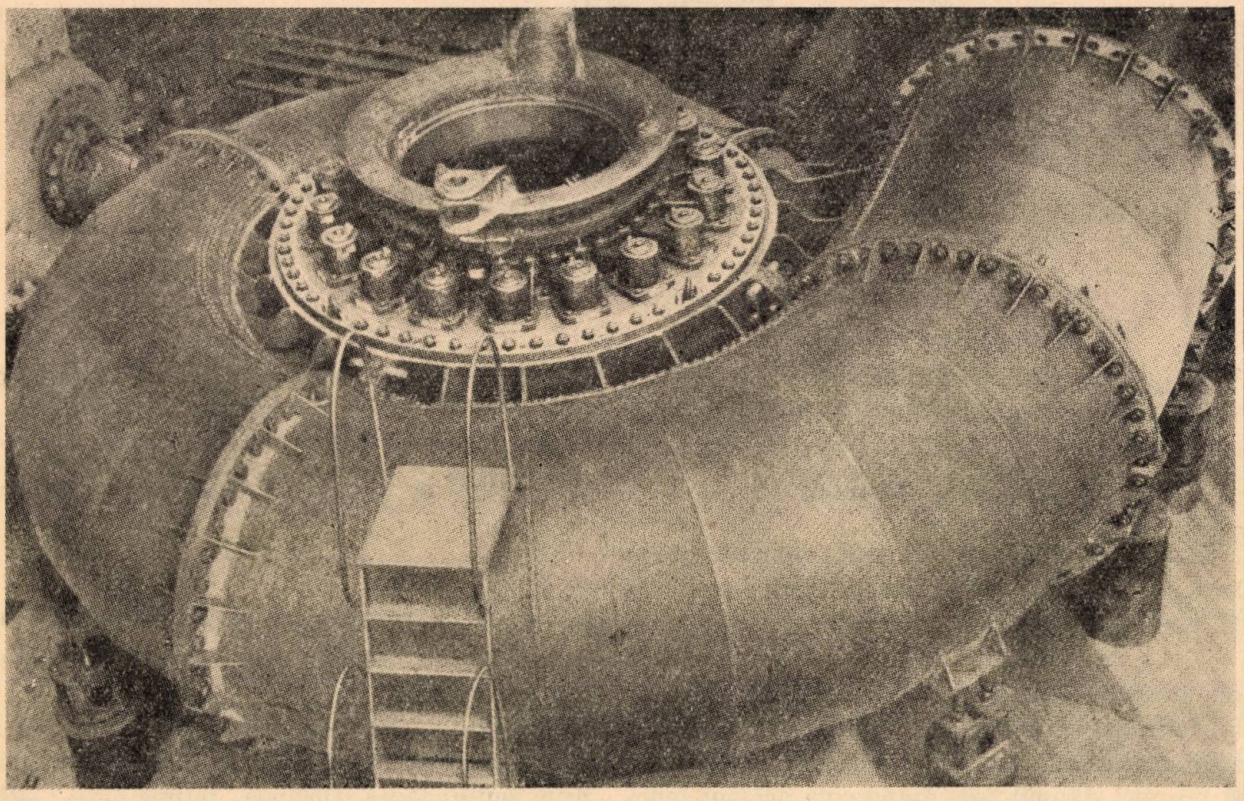


Fig. 4 **Melcul turbinei Kaplan** din fig. 3, care seamănă perfect cu acelea al turbinelor Francis.

formulă care leagă H_s și căderea H de rapiditatea n_s, anume :

$$n_s < \frac{30\,000}{24 + H\frac{H_b+1,5}{H_b-H_s}} - 100 ;$$

$$H < \left(\frac{30\,000}{n_s + 100} - 24\right)\frac{H_b - H_s}{H_b + 1,5} ;$$

$$H_s < H_b - H\frac{H_b + 1,5}{\frac{30\,000}{n_s + 100} - 24}$$

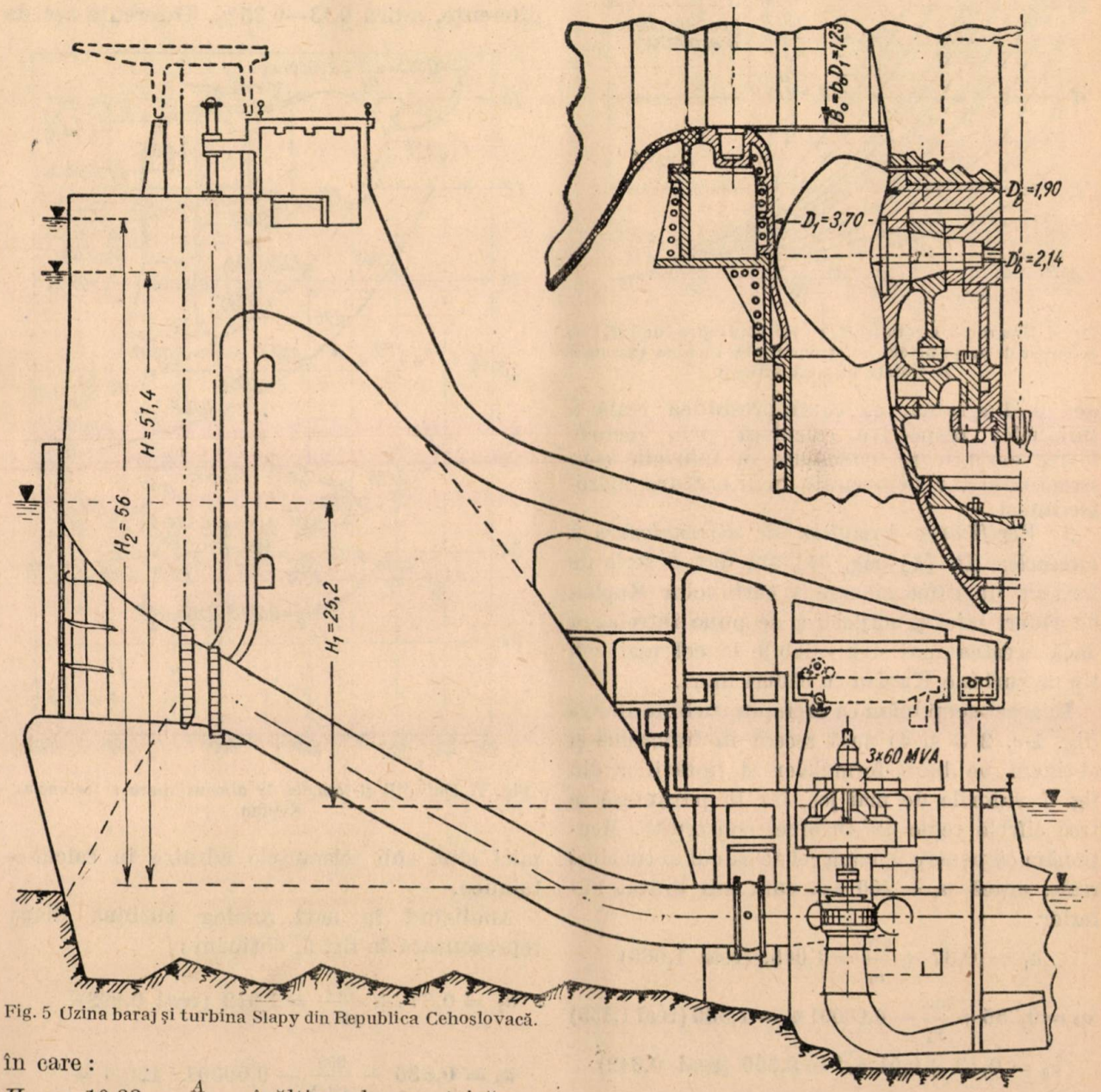


Fig. 5 Uzina baraj și turbina Slapy din Republica Cehoslovacă.

în care :

$H_b = 10{,}33 - \frac{A}{900}$ — înălțimea barometrică ;

A — altitudinea locului de așezare a turbinei, în m.d.M. ;

H — căderea uzinei (aceea de calcul, medie, în m) ;

$n_s = nP^{1/2}H^{-5/4}$ rapiditatea.

In fig. 6 am construit curbele $H = f(n_s)$ la diferite aspirații H_s (+) și contrapresiuni H_s (—) și am introdus datele turbinelor citate anterior, anume :

— punctele 1, 2, 3 pentru turbina Barcis la cele 3 regimuri citate anterior ;

— punctele 4, 5 pentru turbina Takeda, 6, 7 pentru Reguejada și 8, 9 pentru Montefurado ;

— punctele 10, 11, 12 pentru turbina Slapy, la cădere minimă, medie și maximă.

Rezultă că formula noastră, care a fost dedusă pentru turbinele Kaplan de căderi mici

şi mijlocii, este aplicabilă şi la căderi mari, încadrîndu-se bine contrapresiunile H_s (—) al fiecărui regim de turbină de la punctul 1 la 12,

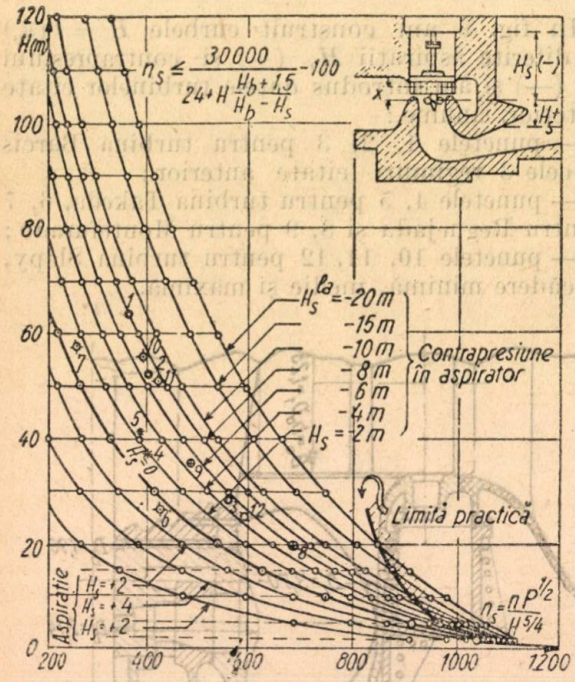


Fig. 6 Diagrama aspiraţiei H_s (+) şi contrapresiunii H_s (—) în funcţie de n_s (punctele 1—12 reprezintă turbine executate şi tratate în acest articol).

de pe diagramă, cu contrapresiunea reală a turbinelor respective, calculată prin metode foarte complicate, cunoscute în fabricile constructoare dar neprecizate în literatura hidromecanică.

2. *Verificarea formulelor de dimensionare a turbinelor.* In [1] pag. 344 am dat o serie de formule de dimensionare a turbinelor Kaplan de căderi mici şi mijlocii şi se pune întrebarea dacă acestea mai sînt valabile la cel mai nou tip de turbine Kaplan cu căderi mari.

In acest scop luăm ca exemplu turbina Barcis (fig. 1-*c*, 2 3 şi 4) pusă recent în funcţiune şi obţinem pe baza formulelor şi notaţiilor din fig. 7 valorile de mai jos, iar în paranteze se trec cifrele reale ale turbinei construite. Menţionăm că pentru n_s luăm cel de calcul al turbinei reale, adică $n_s = 400$ aşa cum am arătat anterior.

$$a_1 = 0{,}37 + \frac{270}{n_s} = 1{,}045, \text{ (real } 1{,}066)$$

$$a_0' = 0{,}385 + \frac{390}{n_s} - 0{,}00001\, n_s = 1{,}356 \text{ (real } 1{,}355)$$

$$b_0 = 0{,}13 + 0{,}01\, n_s^{1/2} = 0{,}330 \text{ (real } 0{,}342)$$

$$d_b = 0{,}34 + \frac{1\,500}{n_s^{1{,}5}} = 0{,}528 \text{ (real } 0{,}535)$$

$$d_b' = 1{,}1\, d_b = 0{,}581 \text{ (real } 0{,}596)$$

$z = 2 + 0{,}9H^{1/2} - 0{,}01\, H = 7{,}97 \sim 8$, real 8 pale rotorice.

Numărul palelor se rotunjeşte conform treptelor desenate în fig. 9,*a*.

Comparînd cifrele calculate după formulele noastre, cu cele reale ale turbinei Barcis, se constată diferenţe de ordinul 1,3 la 3,5%, care sînt acceptabile la dimensionare, ştiind că variaţii aşa de mici pe absciza diagramei, care reprezintă pe ordonată fenomenul soluţiei optime (problemă de minimum de cheltuieli anuale), dă variaţii în jurul minimului de ordinul 1/10 din diferenţe, adică 0,13—0,35%. Diferenţe aşa de

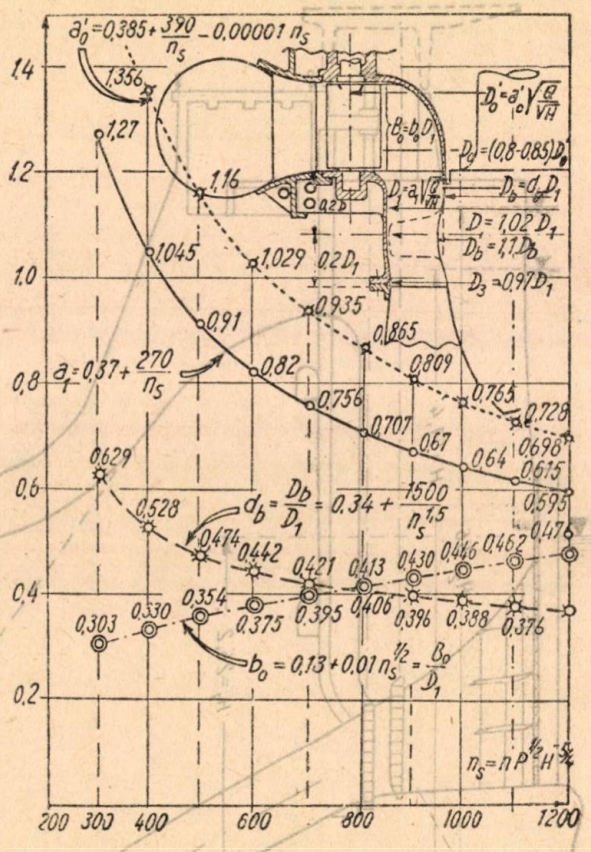


Fig. 7. Definiţii şi formule de dimensionare a turbinelor Kaplan

mici sînt sub toleranţele admise în calculele tehnice.

Analizînd în mod analog turbina Slapy reprezentată în fig. 5, obţinem:

$$a_1 = 0{,}37 + \frac{270}{420{,}5} = 1{,}012 \text{ (real } 0{,}992)$$

$$a_0' = 0{,}385 + \frac{390}{420{,}5} - 0{,}00001 \cdot 420{,}5 = 1{,}308 \text{ (real } 1{,}19)$$

$$b_0 = 0{,}13 + 0{,}01 \cdot \sqrt{420{,}5} = 0{,}335 \text{ (real } 0{,}333)$$

$$d_b = 0{,}34 + \frac{1\,500}{420{,}5^{1{,}5}} = 0{,}514 \text{ (real } 0{,}514)$$

$$d'_b = 1{,}1\, d_b = 0{,}566 \text{ (real } 0{,}578)$$

$$z = 2 + 0{,}9\ \sqrt{51{,}4} - 0{,}01 \cdot 51{,}4 = 7{,}936 \text{ (real } 8).$$

Cu excepția coeficientului a'_0, referitor la diametrul între axele palelor statorice, care la turbina Slapy este anormal de mică, ceilalți coeficienți calculați diferă foarte puțin de aceia ai turbinei reale.

Se poate vedea că formulele de mai sus rămîn valabile și la turbinele Kaplan de căderi mari.

3. *Analiza rezultatelor de încercare a turbinei Barcis.* In fig. 8 arătăm rezultatele încercă-

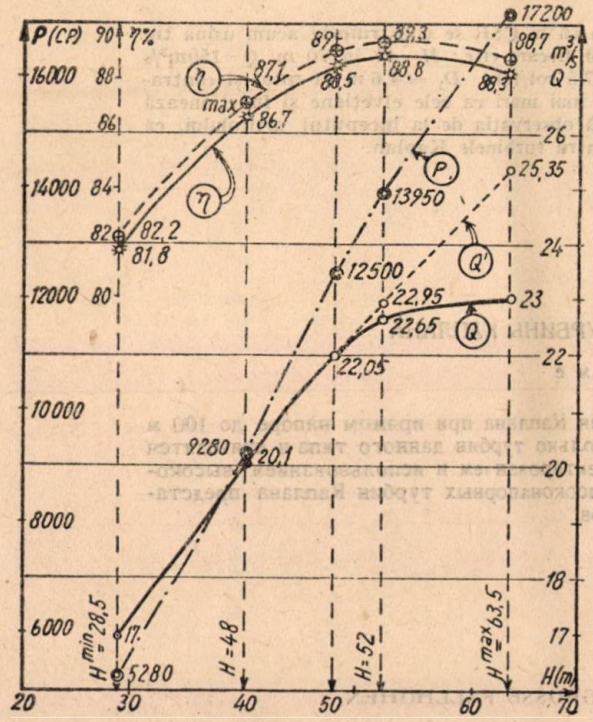


Fig. 8 Rezultatele încercării turbinei Barcis.

rilor oficiale de recepție, după datele din [2] din care se vede cum variază debitele reale Q, debitele $Q' = Q\sqrt{\frac{H'}{H}}$ date de capacitatea de înghițire teoretică, puterea P_{100}, randamentele η la regimul de putere la plină sarcină și η_{max} la sarcina optimă (0,8 din P_{100}) toate în funcție de diferite căderi H, de la minim 28,5 la maxim 63,5 m.

Față de randamentul de cădere optimă (de calcul $H = 52$) $\eta_{max} = 89{,}3\,\%$, la căderea minimă de 28,5 m se înregistrează o scădere a randamentului cu 7,1 % și la $H_{max} = 63{,}5$ o scădere numai de 0,6 %. Se vede deci că la variații ale căderii cu + 22,1 și — 45,2 % randamentul turbinei de cădere mare variază foarte puțin așa că noua turbină este perfect comparabilă cu turbinele Kaplan clasice de căderi mici și mijlocii.

4. *Metoda recalculării randamentului.* Randamentele turbinei Barcis nu sînt excepționale,

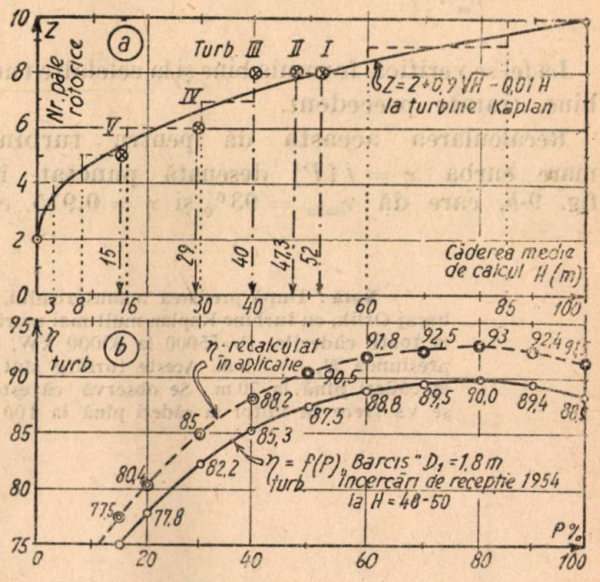


Fig. 9

a — Calculul numărului palelor; b — recalcularea randamentului.

deoarece este o turbină mică, cu diametrul rotorului $D_1 = 1{,}8$ m. Dacă transformăm randamentul turbinei Barcis, privită ca model $\eta_m = 0{,}885$ la sarcină plină de 100 % (indicii m se referă la Barcis avînd curba desenată plin în fig. 9, *b*) pentru o turbină mult mai mare, a cărei valori sînt date fără indici, se obțin următoarele rezultate:

Turbina model „Barcis" „Turbina mare"

$P_m = 13\,350$	$P = 100\,000$ (CP)
$H_m = 52$	$H = 60$ (m)
$Q_m = 21{,}76$	$Q = 136{,}6$ (m³/s)
$n_{sm} = 414$	$n_s = 378{,}8$
$D_m = 1{,}8$	$D = 4{,}6$ m
$\eta_m = 0{,}885$	$\eta = 0{,}915$.

După formula aproximativă Morozov, care în U.R.S.S. se consideră că dă valori ceva prea mici, avem:

$$\eta = 1 - (1 - \eta_m)\left(\frac{D_m}{D}\right)^{1/4} = 0{,}909, \text{ cu} - 0{,}66\,\%$$

După formula noastră, demonstrată în [1] pag. 198—200 pentru turbine Francis, obținem la turbine Kaplan:

$$\eta = \left(0{,}97 - \frac{0{,}1}{P^{1/4}}\right)\left[1 - \left(1 - \frac{\eta_m}{0{,}97 - \frac{0{,}1}{P_m^{1/4}}}\right)\left(\frac{Q}{Q_m}\right)^2 \frac{H_m}{H}\left(\frac{D_m}{D}\right)^5 \frac{1+D}{1+D_m}\right] = 0{,}915.$$

La fel se verifică formula bine și la celelalte turbine, tratate precedent.

Recalcularea aceasta dă pentru turbina mare curba $\eta = f(P)$ desenată punctat în fig. 9-*b*, care dă $\eta_{max} = 93\%$ și $\eta = 0{,}915$ ca mai sus. Ori randamente cu ceva peste 93% au fost măsurate la turbine Kaplan de dimensiuni mari (La Kuibîșev prima turbină în funcțiune a dat recent 93,5%, însă aceasta are diametrul foarte mare $D_1 = 9{,}6$ m). Din aceste calcule rezultă că și formula de recalculare a randamentelor se poate aplica la noile turbine Kaplan de căderi mari.

Problema utilizării turbinelor Kaplan cu căderi mari pînă la circa 100 m și puteri foarte mari de peste 200 000 CP este de cea mai mare actualitate la amenajarea uzinelor fluviale de mare capacitate, problemă care interesează și Patria noastră.

Bibliografie

[1] *D. Pavel*: Mașini hidraulice, Vol. I, EES, 1954.
[2] *EWC*: Bulletin, nr. 1/1956.

Notă: După predarea manuscrisului, aflăm că în ČSR se construiește acum uzina tip baraj Orlik, cu turbine Kaplan mult mai mari, avînd fiecare cîte: $H=44$ la 70 m, $Q=150 m^3/s$ la toate căderile, $P=55000$ la 93000 kW, $n=187{,}5$ rot/mln, $D_1 = 4{,}6$ m la rotor și contrapresiunea $H_s=-6{,}5$ m. Aceste turbine sînt mult mai mari ca cele elvețiene și funcționează la căderi pînă la 70 m. Se observă că este justă observația de la începutul articolului, că se va trece în viitor la căderi pînă la 100 m pentru turbinele Kaplan.

★

ВЫСОКОНАПОРНЫЕ ТУРБИНЫ КАПЛАНА

Резюме

Указывается значение применения турбин Каплана при прямом напоре до 100 м и больших мощностях. Рассматриваются несколько турбин данного типа и приводится ряд оригинальных соображений в связи с проектированием и использованием высоконапорных турбин Каплана. Изучение новых высоконапорных турбин Каплана представляет собой интерес и для наших специалистов.

★

KAPLANTURBINEN FÜR GROSSE FALLHÖHEN

Es wird die Bedeutung der Verwendung von Kaplanturbinen bei Fallhöhen bis zu 100 m und besonders grossen Leistungen hervorgehoben. Ferner werden einige Turbinen dieser Art analysiert und originelle theoretische Betrachtungen über den Entwurf und die Verwendung von Kaplanturbinen mit grossen Fallhöhen entwickelt. Das Studium der neuen Kaplanturbinen mit grossen Fallhöhen ist auch in unserem Lande aktuell.

Calculul tehnico-economic comparativ între treeratul acţionat cu tractor şi cu motor electric

Ing. M. WEISS

In articolul de faţă se face un calcul tehnico-economic comparativ între acţionarea batozelor cu tractor şi cu motor electric alimentat prin reţea de joasă sau înaltă tensiune. Se analizează aspectul economic din punct de vedere naţional, privind investiţiile şi cheltuielile de exploatare. Se admite că prezintă interes acţionarea electrică în ipoteza că investiţiile suplimentare se recuperează prin economiile de exploatare într-un termen mai mic de 10 ani, termen la care corespund circa 5 000 ore de funcţionare efectivă. Sînt semnalate unele aspecte ce merită să fie luate în considerare în cazul acţionării electrice şi anume : economie de combustibil superior (motorină) şi lubrifianţi, reducerea pierderilor de cereale datorită printre altele scurtării perioadei de treerat, eliberarea tractoarelor în vederea reparării şi pregătirii lor pentru muncile mobile de toamnă etc. In mod critic se arată o serie de aspecte pozitive şi negative din care se desprinde că acţionarea electrică a batozelor trebuie extinsă, iar în concluzii se fac unele propuneri concrete care pot contribui la această acţiune.

Folosirea electricităţii, capătă pe zi ce trece tot mai mare extindere. In agricultură, unul din procesele de producţie ce se pretează cu uşurinţă la electrificare şi prezintă avantaje economice îl constituie acţionarea electrică a batozelor. Cu toate acestea, la noi în ţară numărul batozelor acţionate electric reprezintă un procent mic care este sub 10% faţă de numărul total al batozelor.

Principalul factor care frînează electrificarea batozelor este lipsa sursei de energie electrică datorită numărului mic de sate electrificate din raioanele agricole. Sub aspectul cheltuielilor de investiţii şi din punct de vedere al uşurinţei de a înfiinţa o arie de treerat, desigur că acţionarea electrică este dezavantajoasă. Ea comportă investiţii mai mari şi anumite instalaţii fixe pe teren (reţele, post de transformare) faţă de acţionarea cu tractor care este mai ieftină şi care nu comportă nici o instalaţie. Transportarea tractorului acolo unde este nevoie şi pe durata treeratului asigură sursa de energie pe arie. Pentru a ne forma o părere justă trebuie analizată problema mai adînc şi anume trebuie să se ţină seama şi de cheltuielile de exploatare ; de asemenea, nu se poate neglija economia de combustibil superior şi ulei, pe care le consumă tractorul.

La toate acestea, se pot adăuga aspecte de ordin social, care justifică electrificarea satelor prin introducerea folosirii energiei electrice în procese de producţie agricolă.

Electrificarea ariilor face anual mici progrese numerice. In loc să se creieze condiţii de electrificarea satelor cu agricultură dezvoltată, în care să se introducă mecanizarea proceselor de producţie, se urmăreşte deseori electrificarea acelor sate care nu reclamă investiţii importante. Mai mult încă, se electrifică uneori satul folosindu-se reţelele de înaltă tensiune şi postul de transformare pentru electrificarea ariilor, fără să se facă o repartizare corespunzătoare a investiţiilor.

Sînt totuşi cazuri cînd amplasamentul ariei este costisitor, fiind impus de instrucţiunile aprobate prin HCM nr. 1792 din 5 iunie 1953, referitoare la măsurile pentru prevenirea şi stingerea incendiilor pe ariile de treerat, precum şi de condiţiile locale—geografice—sau de exploatare, care sînt dificile şi impun executarea instalaţiilor : reţele lungi şi posturi de transformare.

Se va analiza electrificarea ariilor tocmai sub acest aspect, adică atunci cînd instalaţia de alimentare, racorduri (branşamente) etc. se fac în mod special numai spre a se putea furniza energia electrică necesară acţionării batozelor. De asemenea, se va ţine seama de cazurile care se ivesc frecvent pe teren şi anume arii pe care funcţionează una sau două batoze ; pentru un număr mai mare de batoze pe o arie, caz rar întîlnit în practică, se vor putea extinde calculele şi consideraţiunile făcute mai jos.

Se recomandă ca aria să fie astfel amplasată încît pentru treerat recolta să nu fie transportată la o distanţă mai mare de 1,2 — 1,5 km spre a nu necesita un număr sporit de vehicule şi mai ales pentru a nu se mări pierderile de cereale cauzate de transporturi la distanţă.

Inainte de a trece la partea economică propriu zisă, se va determina durata de funcţionare a unei batoze şi suprafaţa de teren de pe care se poate treera cerealele în campania unui an.

Se admite că treeratul durează 25 zile lucrătoare în campania unui an, că batoza funcţionează cu o producţie de circa 1,2 t/h şi are o funcţionare zilnică de 16 — 18 ore.

In acest caz se poate treera într-o campanie circa 500 t. Considerînd o producţie medie de circa 1,2 t/ha, rezultă că o batoză poate treera anual suprafaţa de circa 400 ha păioase.

Trebuie menţionat faptul deosebit de important că o batoză acţionată cu motor electric este bine să aibă un caracter stabil,

adică să nu fie mutată de la un loc la altul. Chiar în cazul că pentru mutare se folosesc aceleași materiale (stîlpi, conductori, izolatori etc.) schimbarea amplasamentului are drept rezultat mărirea cheltuelilor de exploatare deoarece unele materiale se degradează prin demontare și remontare, în afară de sumele necesare pentru manoperă.

Pentru a răspunde problemei puse, se vor analiza cheltuelile de investiție și de exploatare în anumite cazuri de acționare a batozelor.

1. Cheltuieli de investiții

Cazul întîlnit mai des în practică este acela cînd pe o arie funcționează o singură batoză, acționată cu tractor sau cu motor electric alimentat de la o rețea în joasă sau înaltă tensiune.

De asemenea se va considera și compara în continuare și cazul cînd pe o arie funcționează două batoze actionate independent, fiecare de la un tractor (KD-35) sau cînd prin intermediul unui dispozitiv corespunzător de cuplaj, un tractor acționează 2 batoze, cu acela cînd fiecare batoză este acționată de un motor electric alimentat tot de la rețeaua comună de joasă sau înaltă tensiune.

Folosirea locomobilelor la acționarea batozelor rămîne de domeniul trecutului, urmînd să fie înlocuite în totalitatea lor, așa că nu se vor lua în considerare.

Pentru acționarea batozelor cheltuelile de investiții sînt următoarele :

1. 1. *Acționarea de la tractor*

— una batoză	lei 18 000
— două batoze de la tractor independent	„ 36 000
— două batoze de la același tractor (cuplaj)	„ 25 000

1. 2. *Acționarea cu motor electric*

a) Cheltueli fixe :

— motor electric și diverse	lei 18 000
— post de transformare (numai la alimentări în înaltă tensiune) pentru :	
una batoză	lei 35 000
două batoze	„ 45 000

b) Cheltueli variabile :

— joasă tensiune-branșament (pe stîlpi de lemn înpregnați).

Ne-am limitat la 4 secțiuni de conductori din Al și anume :

pentru una batoză	3 × 35 + 25mm²	lei/km 40 000
„ „ „	3 × 50 + 35mm²	„ 50 000
„ „ sau două batoze	3 × 70 + 50mm²	„ 60 000
„ două batoze	3 × 95 + 70 mm²	„ 75 000

— înaltă tensiune — racord — (pe stîlpi de beton armat).

Se consideră conductori OL — Al și anume :

pentru una batoză 3 × 25mm²	lei 75 000
pentru două batoze 3 × 35mm²	„ 80 000

In tabela 1 sînt trecute investițiile pentru cazurile de acționări considerate la diferite lungimi de branșamente sau racorduri, precum și diferențele de investiții între acționarea electrică și cu tractor.

2. Cheltueli de exploatare

S-au calculat cheltuelile de exploatare pe ora de treerat redate în tabela 2.

Diferențele cheltuelilor de exploatare pe oră, sînt după cum urmează :

— O batoză acționată cu tractor sau cu motor electric :

29,30 — 10,65 = 18,65 lei/h.

— Două batoze acționate independent de tractoare sau are motoare electrice alimentate prin branșament sau racord comun :

58,60 — 21,30 = 37,30 lei/h.

— Două batoze acționate de la un tractor, printr-un dispozitiv de cuplaj sau motoare electrice alimentate prin branșament sau racord comun :

30,70 — 21,30 = 9,40 lei/h.

Se observă că în cheltuelile de exploatare nu apare nici o diferență la acționarea electrică fie că alimentarea se face prin racord sau prin branșament. Acest lucru se explică prin aceea că în prețul de tarifare al energiei electrice consumate este cuprinsă amortizarea liniilor fie că sînt de joasă tensiune sau înaltă tensiune, precum și postul de transformare.

Din cele arătate rezultă :

1. Investiții mai mari în cazul acționării batozei cu motor electric decît cu tractor.

2. Cheltueli de exploatare mai mari în cazul batozei acționate cu tractor decît cu motor electric.

Spre a se putea trage concluzia care dintre cele două feluri de acționări este mai avantajoasă pentru economia națională se va admite că diferența investițiilor, adică cele suplimentare în cazul acționării electrice, trebuie să se recupereze din diferența cheltuelilor de exploatare într-un termen mai mic de 10 ani, termen ce corespunde la aproximativ 5 000 ore funcționare efectivă.

Acționarea electrică a batozelor este cu atît mai avantajoasă cu cît diferența cheltuelilor suplimentare de investiții, trecute în tabela 1 sînt mai mici decît produsul dintre economia pe ora de exploatare (tabela 2) și timpul de 5 000 ore de acționare efectiv admis, în cazurile de funcționare considerate.

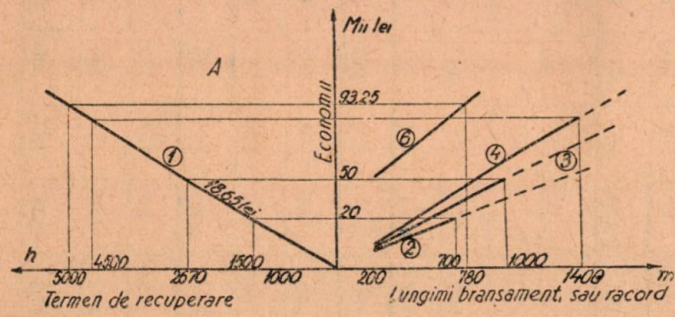
Economia de exploatare va fi :

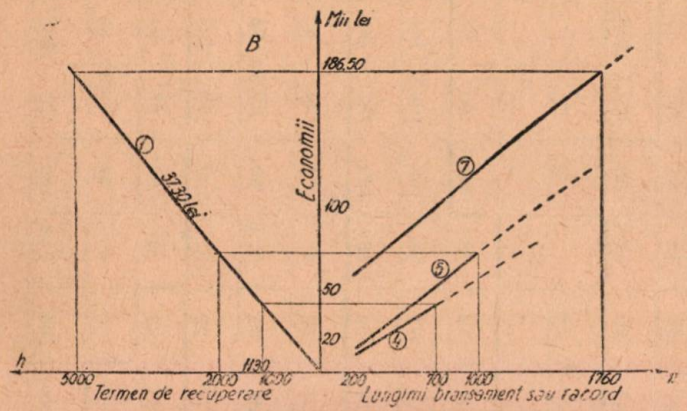
— pentru o batoză 18,65 × 5 000 = 93 250 lei.

— pentru două batoze — tractor independent P : 37,30 × 5000 = 186 500 lei ;

— pentru două batoze — tractor cuplaj 9,40 × 5 000 = 47 000 lei.

Cu cît cheltuielile suplimentare de investiții se recuperează într-un termen mai scurt, cu atît acționarea electrică este mai avantajoasă. Dacă menținem constant timpul de recuperare putem





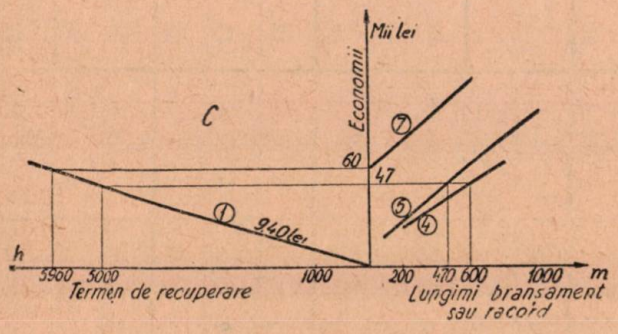


Fig. 1 Recuperarea investițiilor suplimentare făcute în cazul acționării electrice a batozelor, prin diferența cheltuielilor de exploatare dintre acționarea cu tractor și cu motor electric:

A — o batoză actionată de la tractor comparată cu motor electric alimentat prin bramșament sau racord comun.
B — două batoze acționate fiecare de la un tractor (independent) comparat cu motoare electrice alimentate prin branșament sau racord comun.
C — două batoze, acționate de la un tractor (cuplaj) coparat cu motoare electrice alimentate prin branșament sau racord comun.
4 — diferența cheltuielilor de exploatare pe oră, dintre acționarea cu tractor și acționarea electrică: *2*-diferența investițiilor între acționarea electrică cu branșament din conductori de Al 3×35+25 mm² și tractor *3* — idem, cu conductori 3 × 50 + 35 mm²; *4* — idem, cu conductori 3 × 70 + 50 mm²; *5* — idem, cu conductori 3 × 95 + 70 mm²; *6* — diferența investițiilor dintre acționarea electrică cu racord din conductori de 01 — Al 3 × 25 mm² și tratcor; *7* — idem. cu conductori 3 × 35 mm².

mări lungimea branșamentului sau al racordului, bineînțeles în limitele admise din punct de vedere electric.

Aceste considerente și concluzii sînt figurate grafic în nomograme în care s-a luat

— în ordonată, economii exprimate în mii lei;

— în abscisă, dreapta, lungimi branșament sau racord în m și în stînga timp în ore.

In partea dreaptă a nomogramelor s-au trasat diferențele de investiții între acționarea cu motor electric, alimentat în joasă sau înaltă tensiune la diferite lungimi de branșament sau racord și acționare ca tractor independent sau cuplaj.

Din origina axelor de coordonate, s-a trasat în partea stîngă dreptele corespunzătoare diferențelor cheltuielilor de exploatare pe oră, dintre acționarea cu tractor și cu motor electric, pentru una și două batoze, acționate de asemenea independent sau prin cuplaj.

Din cazurile particulare considerate și din analiza nomogramelor, se pot trage concluziile de mai jos.

A. Acționarea electrică a batozelor prezintă avantaje economice.

—Pentru o batoză acționată cu motor electric alimentat prin branșament sau racord comun, comparat cu acționarea de tractor, alimentarea motorului electric se face în joasă tensiune cu branșament din conductori de aluminiu de 3 × 35 + 25 mm²; 3 × 50 + 35 mm² și 3×70 + 50 mm², lungimea lor este limitată din punct de vedere electric respectiv la 700; 1 000 și 1400 m. Recuperarea investițiilor suplimentare prin diferența cheltuielilor de exploatare se face între 1 500 și 4 500 ore, adică 3—9 ani (fig. 1, *A*).

In cazul că alimentarea motorului electric se face prin racord în înaltă tensiune și post de transformare, ca recuperarea investițiilor suplimentare să nu depășească 5 000 ore (circa 10 ani), lungimea racordului este limitată la 780 m (fig.1, *A*).

— Pentru două batoze acționate electric, ca în cazul unei batoze, adică prin branșament sau racord comun, comparat cu acționarea de tractoare independente, alimentarea motoarelor electrice se face în joasă tensiune cu branșament din conductori de aluminiu de 3 × 70 + 50 mm² și 3 × 95 + 70 mm², lungimea lor este limitată tot din punct de vedere electric respectiv la 700 și 1 000 m. Investițiile suplimentare se recuperează prin diferența cheltuielilor de exploatare în respectiv 1 130 și 2 000 ore, adică 2—4 ani (fig. 1, B).

In cazul că alimentarea motoarelor electrice se face prin racord în înaltă tensiune și post de transformare, ca termenul de recuperare a investițiilor suplimentare să nu depășească 5 000 ore (circa 10 ani), lungimea racordului este limitată la 1 760 m. (fig. 1, B).

— Pentru două batoze, acționate electric ca mai sus, prin branșament sau racord comun,

Tabela 1

Cheltuieli de investiţii pentru cazurile de acţionări considerate la diferite lungimi de branşamente sau racorduri, precum şi diferenţele de investiţii între acţionarea electrică şi cu tractor

Modul de acţionare	Felul acţionării	Felul tensiuni şi secţiunea conduct.	Nr. batoze	Preţuri unitare mii lei: Cheltuieli fixe – Utilaj	Cheltuieli fixe – Transformator	Cheltuie. variabile pe km – Branşament sau racord	Tota' investiţii şi diferenţe dintre acţionarea electrică şi cu tractor, în mii lei, la diferite lungimi de branşament şi racord, în m. 200	400	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	Observaţii
Tractor	Indep.	—	1	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Electric	Indep.	*) JT-35	1	18	—	40	26	34	42	46	50	54	58	66	74	82	90	98	Limitarea lungimii din punct de vedere electric
Electric	Indep.	JT-50	1	18	—	50	28	38	48	53	58	63	68	78	88	98	108	118	
Electric	Indep.	JT-70	1	18	—	60	30	42	54	60	66	72	78	90	102	114	126	138	
Electric	Idenp.	*) MT-25	1	18	35	75	68	83	98	105,5	113	120,5	128	143	158	173	188	203	
Diferenţă invest. JT-35 şi tractor			1	—	—	—	8	16	24	28	32	36	40	48	56	64	72	80	Limitare din punct de vedere al recuperării investiţiilor suplimentare
Diferenţă invest. JT-50 şi tractor			1	—	—	—	10	20	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	
Diferenţă invest. JT-70 şi tractor			1	—	—	—	12	24	36	42	48	54	60	72	84	96	108	120	
Diferenţă invest. MT-25 şi tractor			1	—	—	—	50	65	80	87,5	95	102,5	110	125	140	155	170	185	
Tractor	Indep.	—	2	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tractor	Cuplaj	—	2	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Electric	Indep.	JT-70	2	36	—	60	48	60	72	78	84	90	96	108	120	132	144	156	Limitarea lungimii din punct de vedere electric
Electric	Indep.	JT-95	2	36	—	75	51	66	81	88,5	96	103,5	111	126	141	156	171	186	
Electric	Indep.	MT-35	2	36	45	80	97	113	129	137	145	153	161	177	193	209	225	241	
Diferenţă invest. JT-70 şi tract. indep.			2	—	—	—	12	24	36	42	4	54	60	72	84	96	108	120	Limitare din punct de vedere al recuperării investiţiilor suplimentare
Diferenţă invest. JT-95 şi tract. indep.			2	—	—	—	15	30	45	52,5	60	67,5	75	90	105	120	135	150	
Diferenţă invest. MT-35 şi tract. indep.			2	—	—	—	61	77	93	101	109	117	125	141	157	173	189	205	
Diferenţă invest. JT-70 şi trac. cuplaj			2	—	—	—	23	35	47	53	59	65	71	83	95	107	119	131	
Diferenţă invest. JT-95 şi trac. cuplaj			2	—	—	—	26	41	56	63,5	71	78,5	86	101	116	131	146	161	
Diferenţă invest. MT-35 şi trac. cuplaj			2	—	—	—	72	88	104	112	120	128	136	152	168	184	200	216	

JT *) joasă tensiune MT *) înaltă tensiune

comparat cu acționarea de la un tractor a două batoze, prin intermediul unui cuplaj, alimentarea motoarelor electrice se face în joasă tensiune, cu branșament din conductori de aluminiu 3 × 70 + 50 mm² și 3 × 95 + 70 mm², lungimea lor este limitată respectiv la 600 m și 470 m, de recuperarea investițiilor suplimentare prin diferența cheltuielilor de exploatare să nu depășească termenul de 5 000 ore (fig. 1, *C*). Din punct de vedere electric, conductorii nu sînt la limita lor de încărcare putînd ajunge la lungimi respective de 700 și 1 000 m.

B. Acționarea electrică a batozelor nu prezintă avantaje economice.

— Pentru două batoze acționate de un tractor (cuplaj) comparat cu acționarea prin motor electric alimentat prin racord-linie de înaltă tensiune și post de transformare.

In acest caz, dacă se ține seama numai de diferențele de investiții datorită cheltuielilor fixe: utilaj electric necesar batozelor și transformator, acestea reprezintă singure 56 000 lei, sumă ce se recuperează prin economia de exploatare în circa 5 960 ore (fig. 1, *C*), deci depășește termenul admis.

Pentru acționarea a două batoze de la același tractor, ele trebuie amplasate în apropierea lui spre a se putea face transmisia prin curele. Datorită acestui fapt se produce aglomerarea ariilor cu stoguri și personal. Prin aceasta se micșorează siguranța din punct de vedere al incendiilor și acest argument este concludent spre a nu mai adăuga și altele pentru care acționarea a două batoze de la un singur tractor nu este recomandabilă.

* * *

Din cele arătate au rezultat avantajele economice ale acționării electrice a batozelor față de acționarea cu tractor; investițiile suplimentare în cazul folosirii energiei electrice, recuperîndu-se prin economiile de cheltueli de exploatare, într-un termen mai mic de 10 ani.

Se menționează de asemenea că în cazul acționării electrice a batozelor, în costul de exploatare a fost prevăzută și iluminarea ariei lucru de care nu s-a ținut seama la acționarea cu tractor. Aceasta mărește diferența cheltuielilor de exploatare în favoarea acționării electrice. In plus, iluminarea în cazul folosirii tractorului constituie o improvizație prin utilizarea diferitelor lămpi sau dacă se face de la tractor, prezintă dificultăți de ordin tehnic.

Datorită iluminării ariei, treeratul poate fi făcut în bune condițiuni și noaptea și în consecință se poate reduce durata sa; în plus se mărește posibilitatea de pază în timpul nopții. Batoza acționată cu motor electric are o funcționare uniformă. Datorită acestui fapt, pierderile de cereale în timpul treeratului se reduc la 0,5% față de 2% în cazul acționării cu tractor. Cantitățile de cereale economisite în cazul că toate batozele din țară ar fi acționate electric pot ajunge la valori de ordinul zecilor de mii de tone. Cerealele rezultate din această economie ar putea asigura consumul anual de pîine la o populație de peste 150 000 locuitori.

Prin acționarea electrică a batozelor se realizează importante economii de combustibil superior — motorină — și mai ales lubrifianți. Acest lucru apare evident în cazul că energia electrică folosită este produsă de combustibil inferior sau de căderi de apă.

Un alt aspect deosebit de important îl prezintă folosirea energiei electrice la treerat prin aceea că tractoarele se eliberează de această muncă, putînd fi reparate în vederea campaniei de toamnă, sau să îndeplinească muncile de cîmp, în speță recoltatul, desmiriștitul etc. unde deocamdată nu pot fi înlocuite de alte mașini mecanice.

Acționarea electrică a batozelor crează condițiile de mecanizare complexă, ceea ce are drept urmare eliberarea de la munci grele a unui număr de oameni și animale.

Prof. P. N. Listov în „Folosirea energiei electrice în agricultură" Editura Energetică de Stat 1955, arată că la o batoză MK-1100, prin mecanizare complexă, pentru o tonă de cereale consumul de muncă se reduce de la 31,7 oameni oră la 10,8 oameni oră; iar pentru cai de la 5 cai oră la zero.

Ca acționarea electrică a batozelor să se introducă tot mai mult, trebuie redus în primul rînd investițiile și anume micșorat prețul unitar la km de rețea — branșament și record — post de transformare, etc. In general pentru instalații cu caracter rural ele trebuie să fie mai ieftine, tocmai pentru stimularea electrificării rurale și acest lucru se poate realiza acționînd printre altele asupra impozitelor, taxelor CRB, etc.

De asemenea, în cazul că se fac instalații electrice care deservesc mai multe utilizări printre care și acționarea batozelor, cheltuelile de investiții trebuie repartizate în consecință după criterii judicios stabilite.

Condițiile rezultate din calcul ca prezentînd avantaje din punct de vedere economic de a se electrifica aria pot servi drept ghid, trebuie să se țină seama și de situația politico-socială din acea localitate.

Din analiza cheltuielilor de exploatare (tabela 2) rezultă că în cazul acționării electrice, 49,2% reprezintă costul consumului de energie. Este cunoscut că batozele funcționează în timpul verii cînd centralele electrice sînt solicitate mai puțin deci nu reclamă investiții speciale în instalații; centralele pot fi încărcate realizîndu-se prin aceasta o funcționare mai economică. Datorită acestui fapt, deși tariful de energie electrică este preferențial față de alți consumatori, el trebuie încă redus.

Nu se pot trece cu vederea anumite inconveniente pe care le prezintă acționarea electrică a batozelor.

In afară de faptul că reclamă investiții inițiale mai mari decît acționarea cu tractor, utilajul electric este foarte puțin folosit, circa 500 h/an, față de tractor care datorită numeroaselor munci mobile și staționare în care poate fi întrebuințat,ajunge la 2 000 — 2 500 h/an. Acest inconvenient pe care-l prezintă utilajul electric dacă nu poate fi înlăturat în totalitatea lui poate fi însă ameliorat, folosind utilajul în afara campaniei de treerat de exemplu la bancul de rodaj, în ateliere S.M.T., G.A.S. sau în alte scopuri, fie ele chiar în alte sectoare de activitate neagricole.

Tabela 2

Felul cheltuielilor	Tractor						Motor electric			
	1 batoză		2 batote independ.		2 batoze cuplaj		1 batoză		2 batoze	
	Lei/h	%	Lei/h	%	Lei/h	%	Lei/h	%	Lei/h	%
Amortizare	4,50	15,2	9,00	15,2	5,90	19,2	2,30	21,6	4,60	21,6
Combustibil sau energie electrică	7,50	25,6	15,00	25,6	7,50	24,4	5,25	49,2	10,50	49,2
Reparații	14,80	50,6	29,60	50,6	14,80	48,2	0,60	5,6	1,20	5,6
Salarii	2,50	8,6	5,00	8,6	2,50	8,2	2,50	23,6	5,00	23,6
Total	29,30	100	58,60	100	30,70	100	10,65	100	21,30	100

Acest lucru trebuie să constituie o preocupare de analiză și studii pentru un viitor cît mai apropiat. De asemenea, rețelele electrice, postul de transformare, să fie folosite și la electrificarea satelor; pe această cale se va contribui la acționea de electrificare rurală.

O măsură importantă de natură organizatorică o constituie păstrarea în bune condiții între două campanii de treerat a utilajului electric demontabil: motor electric, automate, reostate, corpuri de iluminat, conductori etc. Acestea trebuie depozitate grupat, pentru fiecare arie în încăperi uscate și la temperaturi potrivite spre a fi ferite de deteriorări. Pe această cale se vor înlătura defecțiunile și cheltuelile oarecum nejustificate ce se fac în preajma campaniei de treerat pentru punerea utilajelor în bună stare de funcționare. Spre a mări numărul batozelor acționate electric trebuie create următoarele condiții:

a) La întocmirea planului de electrificare a satelor să se dea preferință celor din raioane agricole și să se prevadă executarea de arii cu caracter permanent pe care să funcționeze batoze acționate electric.

b) Reducerea prețului de vînzare a kWh consumate, a rețelelor electrice a posturilor de transformare și utilajelor, precum și folosirea materialelor și instalațiilor în afara campaniei de treerat.

In concluzie mărirea numărului de batoze acționate electric și în general introducerea utilizării energiei electrice va face posibilă o mai largă mecanizare a muncilor agricole ceea ce va duce la sporirea producției, reducerea prețului de cost, economie de brațe de muncă și animale.

De asemenea, folosirea energiei electrice în agricultură va da un puternic impuls electrificării satelor, avînd ca rezultat direct ridicarea continuă a nivelului material și cultural al țărănimii muncitoare, micșorarea deosebirii dintre oraș și sat, contribuind totodată la transformarea socialistă a agriculturii.

★

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МОЛОТИЛОК С ПРИВОДОМ ОТ ТРАКТОРА И ОТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Резюме

В статье дается сравнительный технико-экономический расчет между приводом для молотилок от тракторов и от электродвигателей, питаемых низковольтными и высоковольтными сетями.

Экономическая сторона вопроса рассматривается с национальной точки врения в отношении капвложений и в отношении эксплуатационных расходов. Допускается, что наибольший интерес представляет собой электропривод, в предположении, что дополнительные затраты погашаются экономией в эксплоатации в меньше чем десятилетний срок, которому соответствуют около 5000 часов фактической работы.

Отмечается ряд факторов, которые необходимо принять в соображение в случае применения электропривода, а именно экономия качественного топлива (соляр) и смазочных материалов, снижение потери зерна путём сокращения периода молотьбы, освобождения тракторов для ремонта и осенних работ и т. д.

Критически рассматривается ряд положительных и отрицательных сторон вопроса, причем выводится заключение о целесообразности внедрения электропривода для молотилок, в связи с чем вносится ряд конкретных предложений.

DIN ENERGETICA S.U.A.

Cele mai mari unităţi energetice la presiune supracritică

Cel mai mare grup turbogenerator construit pînă în prezent, urmează a fi instalat în scurt timp în noua centrală termoelectrică Eddystone a Societăţii Philadelphia Electric*). Puterea nominală a grupului va fi de 275 MW, la o presiune

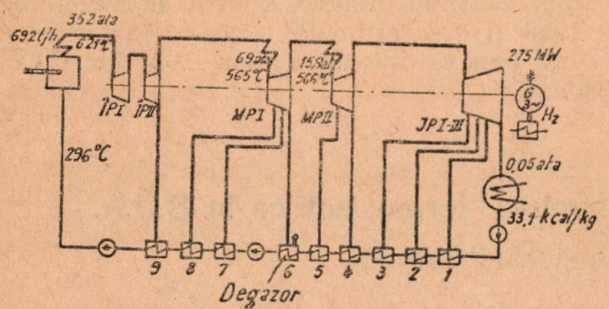


Fig. 1. Schema termică de principiu a centralei termoelectrice Eddystone.

de intrare a aburului viu de 352 ata şi 621°C, cu dublă supraîncălzire intermediară la 565°C şi lucrînd cu o contrapresiune de 0,052 ata.

Turbina are patru carcase (fig. 2), partea de foarte înaltă presiune destinzînd aburul pînă la 170 at. A doua carcasă cuprinde partea de înaltă presiune şi o serie de trepte în care se introduce aburul de 69 at din primul supraîncălzitor intermediar. A treia carcasă conţine treptele de medie presiune şi o treaptă de joasă presiune, cît şi introducerea aburului de 15,9 at din cel de al doilea supraîncălzitor intermediar. In fine, cea de a patra carcasă conţine partea de joasă presiune, amenajată în dublu flux. Condensatorul are o suprafaţă de 9750m² şi este deservit de două pompe de apă de răcire de cîte 4,7 m³/s.

Pentru producerea aburului în zona de presiune supracritică, se pot folosi numai cazanele cu circulaţie forţată. In cazul de faţă s-a prevăzut un cazan cu trecerea forţată, de tip Sulzer, funcţionînd cu cărbune pulverizat injectat prin arzătoare montate în colţuri şi care se pot înclina în planul vertical, mai ales în vederea reglării temperaturii în supraîncălzitorii intermediari. Debitul nominal de abur este de 700 t/h. Deoarece peste 65% din căldură este transmisă în supraîncălzitori şi în supraîncălzitorii intermediari, lungimea totală a ţevilor acestor elemente însumează circa 240 km. Diametrul ţevilor este în general de 38 mm, mărime care s-a dovedit cea mai economică la cazane de genul celui aici folosit. Cele două camere de ardere ale cazanului au secţiune pătrată şi o înălţime de peste 30 m.

Reglarea temperaturii aburului viu are loc în modul obişnuit prin modificarea debitului de apă şi prin injectarea de apă de alimentare între supraîncălzitorul de convecţie şi cel de radiaţie (fig. 3). Ventilul automat de închidere

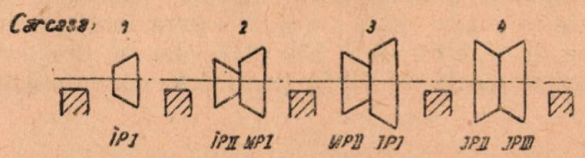


Fig. 2. Repartiţia carcaselor turbinei de abur.

f din conducta principală serveşte împreună cu conducta de ocolire ca dispozitiv de siguranţă şi fereşte turbina de presiuni şi temperaturi prea mari. In cazuri excepţionale şi la pornire, el închide automat şi aburul trece prin ventilul de ocolire *g* în rezervorul de pornire *i*. Dar nu tot aburul se condensează aici, plusul este trecut în condensatorul turbinei. In acest fel se evită pierderea de condensat la pornirea instalaţiei.

Pompele de alimentare ce trebuie construite pentru presiunea de 420 at vor avea o turaţie de 6500 rot/min. Apa de adaos urmează a avea un conţinut de săruri sub 0,1 mg/l.

Prin adoptarea unor parametrii atît de înalţi, prin dubla supraîncălzire intermediară şi prin aplicarea unui circuit regenerativ de preîncălzire a apei de alimentare în nouă trepte pînă la 296°C, cît şi datorită randamentelor ridicate ale

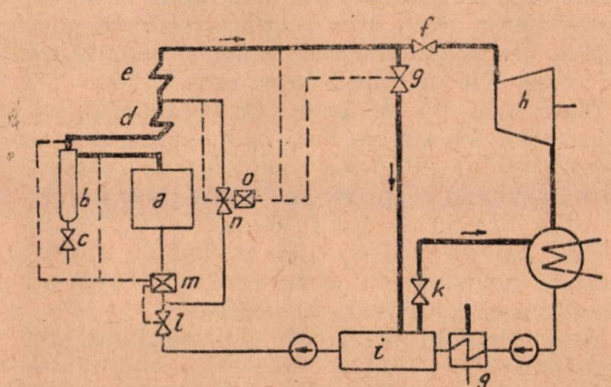


Fig. 3. Schema simplificată a reglării cazanului de abur.
a — cazanul propriu zis; *b* — separator de apă; *c* — ventil de scurgere; *d* — supraîncălzitorul de convecţie; *e* — supraîncălzitorul de radiaţie; *f* — ventil principal; *g* — ventil de ocolire; *h* — turbina; *i* — rezervor de pornire; *k* — ventil de evacuare; *l* — ventil de reglare pentru apa de alimentare; *m* — regulator pentru apa de alimentare; *n* — ventil de injecţie; *o* — regulator de injecţie.

cazanului şi turbinei, randamentul global al centralei va atinge 40,7% (ca valoare medie anuală), ceea ce corespunde unui consum specific de căldură de 2 117 kcal/kWh. Un consum de căldură atît de redus va avea şi o altă unitate

---

După Archiv fuer Energiewirtschaft (1955) nr. 7 pag. 261–62 şi *BWK* vol. 7 (1955) nr. 3. pag. 127.

de 125 MW în centrala Philo, care la 316 at şi 620°C şi de asemeni dublă încălzire intermediară, urmează a atinge 2 140 kcal/kWh.

Concentrarea unei puteri electrice atît de mari într-un singur generator, a fost posibilă numai datorită noului sistem de răcire interioară cu hidrogen sub presiune de 3,2 at ce a fost aplicat în acest caz. Generatorul are 352 MVA la 24 kV şi 3 600 rot/min.

Din punct de vedere al rezervei, situaţia se prezintă în felul următor : reţeaua societăţii în care va debita noua centrală a avut în 1954 un vîrf de sarcină de 1 850 MW. La o creştere anuală medie de 7,2% (în U.S.A. consumul se dublează la zece ani), în anul 1960 vîrful de sarcină va fi probabil de 2 600 MW. Ieşirea din funcţiune a noii unităţi ar însemna o lipsă de putere de peste 10%, ceea ce nu s-a socotit admisibil. De aceea ea va funcţiona interconectat cu sistemul energetic, care poate acoperi o ieşire bruscă din funcţiune a unei puteri pînă la 400 MW, prin faptul că unităţile rămase în funcţiune pot prelua prin rezerva turnantă 4,5% din sarcina lor nominală.

Noua centrală urmează a intra în funcţiune în 1959 şi este estimată a costa 45 milioane dolari, ceea ce înseamnă circa 165 dolari/kW instalat.

i. s.

Dezvoltarea tehnică a construcţiei centralelor termoelectrice în S.U.A.
Date statistice asupra construcţiilor noi

Statistica celor 63 centrale termoelectrice publice puse în funcţiune în anul 1953, cu o putere totală de 7 875 MW (9% din puterea instalată în S.U.A.), oferă indici interesanţi asupra dezvoltării tehnice a centralelor termoelectrice ; 24 centrale, reprezentînd 42% din putere folosesc drept combustibil cărbuni, 21 de centrale, reprezentînd 25% din putere, folosesc păcură sau gaze, iar restul folosesc cărbune şi păcură, sau gaze, sau toate trei felurile de combustibil împreună*).

Din punct de vedere constructiv se realizează din ce în ce mai mult instalaţii în aer liber. Astfel la jumătate din centrale, cazanele sînt instalate în exterior, iar la 19 centrale (30% din unităţi) şi turbinele sînt montate în exterior. De asemenea 66% din ventilatoarele de gaze şi 50% din preîncălzitorii de aer şi separatorii de cenuşe sînt instalaţii exterioare.

Toate cele 65 centrale, fără excepţie, au schema termică sistem bloc, cu un cazan pentru fiecare turbină. Puterea unui bloc se situează între 7 şi 208 MW, în medie 60 MW ; parametrii aburului sînt 60 at 480°C, 88 at 510°C, 102 at 537°C, 126 at 537°C, 165 at 592°C. Cîteva centrale lucrează cu parametrii mai ridicaţi necesitînd astfel oţeluri austenitice.

Caracteristicile principale ale utilajului sînt următoarele :

Cazane. In centralele cu cărbuni, 57 cazane folosesc arderea cărbunelui pulverizat şi evacuarea uscată a cenuşii, 21 de cazane folosesc focare cu evacuarea lichidă a zgurii, 2 cazane, focare ciclon, şi într-o centrală sînt instalate cazane cu grătar rulant. Majoritatea cazanelor au 4 mori. Cele mai mari cazane (blocul 208 MW) posedă 8 mori. Majoritatea focarelor au arzătoarele orizontale şi dispuse frontal. Dispoziţia tangenţială este şi ea întrebuinţată, în schimb foarte puţine cazane au arzătoare verticale. Numărul arzătoarelor variază foarte mult ; faţă de numărul uzual de 12—16 arzătoare, se întîlnesc la unele cazane mari pînă la 56 arzătoare. In cazul folosirii păcurii sau gazelor la unităţile cu 50 MW se folosesc 4,6 sau 8 arzătoare. Trei sferturi din instalaţii au focarele etanşe, iar la 14 centrale focarele sînt sub presiune (150—1 050 mm coloană apă).

Reglajul temperaturii aburului supraîncălzit este realizat prin injecţie la cele mai multe cazane şi mai rar prin arzătoare oscilante sau clape de gaze. Numai 30 de instalaţii de putere mică nu au supraîncălzire intermediară. Temperatura de supraîncălzire intermediară este egală cu temperatura de supraîncălzire iniţială şi numai în cîteva cazuri este cu 30°C mai jos.

La jumătate din centrale, supravegherea nivelului apei sau al arderii în focar se face prin televiziune.

Suflătorii de funingine care echipează toate cazanele cu cărbune, sînt 40% de tipul cu aer 50% de tipul cu abur, şi 10% cu aer şi abur. Jumătate din suflători lucrează automat, 22 centrale sînt prevăzute cu filtre de cenuşe mecanice, 9 centrale cu filtre electrostatice, şi 9 centrale cu filtre combinate mecanice şi electrostatice. Cenuşa de la 20% din centralele termoelectrice este folosită pentru ciment sau diferite materiale de construcţie.

Apa de alimentare. In ceea ce priveşte prepararea apei de alimentare, 38 de centrale folosesc procedeul prin valorizare, în timp ce la 26 de centrale se foloseşte apa epurată chimic. Apa de alimentare este preîncălzită în circuitul regenerativ în 4—8 trepte şi anume la 30 de instalaţii circuitul este cu 5 trepte, iar la 10 instalaţii cu 6 trepte. Temperatura apei de alimentare are o valoare medie de 220—240°C, atingînd maximum 280°C. Majoritatea cazanelor (75%), sînt prevăzute cu 3 pompe de

*) *După BWK* vol. 7 nr. 2 februarie (1955) pag. 92—93.

alimentare dintre care 2 în funcţiune şi 1 de rezervă; la 27 din centrale răcirea condensatorilor se face în circuit închis care însumează 42% din puterea instalată. Toate turnurile de răcire folosite sînt cu tiraj forţat şi aproape în toate cazurile are loc clorinarea apei de alimentare.

Grupuri turbogeneratoare. Turbinele sînt construite pe un singur ax, chiar la unităţile cele mai mari (208 MW) şi numai în 2 centrale sînt instalate turbine cu 2 axe. Douăzeci din centralele electrice posedă dispozitive pentru pornirea rapidă a turbinelor. Generatoarele sînt răcite cu hidrogen, la o presiune normală de 2,8 at. Numai în cazuri excepţionale se foloseşte presiunea de 3,2, respectiv 4,6 at. Temperatura statorului şi a rotorului es e supravegheată cu termometre indicatoare şi înregistratoare. Tensiunea generatoarelor este în general 13,8 kV sau 20 kV.

Pentru 75% din instalaţii se menţine şi la partea electrică schema bloc. Transformatoarele sînt în general trifazice şi numai 10% din unităţile instalate sînt echipate cu transformatoare monofazice. c.m.

PRESCRIPŢII ŞI INSTRUCŢIUNI M.E.E.I.E

Modificări şi completări aduse prescripţiilor emise de Ministerul Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice

Ministerul Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice, a aprobat o serie de modificări şi completări de la diferite articole şi paragrafe ale prescripţiilor emise de acest minister.

Astfel: în legătură cu aplicarea paragrafelor 943 şi 944 din „Prescripţiile de exploatare tehnică a centralelor şi reţelelor electrice" se fac următoarele precizări:

a) La liniile de energie electrică de 35—110 kV existente în exploatare la data intrării în vigoare a PET (24 oct. 1953) rămînerea sub linie a construcţiilor care au o distanţă de cel puţin 5 m, măsurată pe verticală între cea mai ridicată parte a construcţiilor şi firul cel mai de jos al liniei.

b) Idem, pentru liniile 1—25 kV dacă distanţa este de de cel puţin 4,5 m.

Ordinul ministerial care dă aceste precizări, atrage însă atenţia că pentru toate cazurile încadrate în situaţia de mai sus, se ia măsuri pentru mărirea siguranţei, prin dublarea lanţurilor de izolatori sau executarea de legătură dublă la izolatorii suport.

De asemenea, la prescripţii nr. 13—54 „Construcţia instalaţiilor electrice, instalaţii de distribuţie şi staţii cu o tensiune mai mare decît 1000 V" se fac următoarele completări şi modificări:

a) Paragraful 79 se completează la urmă cu un nou aliniat care are următoarea redactare:

„Pentru transformatoarele montate în cabine subterane, această distanţă este valabilă pentru unităţi pînă la 420 kVA inclusiv".

b) La sfîrşitul paragrafului 92 se adaugă un nou alineat care are următoarea redactare:

„În cazurile în care puterea de scurtcircuit în instalaţiile respective este mai mică decît 50% din puterea de rupere a întreruptoarelor utilizate, se poate renunţa la amenajarea de camere sau coridoare de explozie".

c) Aliniatul 1 al paragrafului 93 se înlocuieşte cu următorul text:

„Întreruptoarele cu ulei mult cu o cantitate unitară de ulei de 25—60 kg pot fi instalate atît în camere de explozie cît şi în celule deschise şi anume ţinînd seama de următoarele:

„Întreruptoarele din această categorie montate în posturi de transformare alimentate din staţii pe a căror bare puterea de scurtcircuit este egală cu puterea nominală de rupere a întreruptoarelor, pot fi montate în celule deschise.

„În toate celelalte cazuri, pentru a instala un întreruptor din această categorie în celule deschise, trebuie ca puterea de rupere a întreruptorului să fie cu 50% mai mare decît puterea de scurtcircuit din locul unde întreruptorul se montează.

Ing. Gh. Manolescu

Energetică generală

Studiu asupra profilului economic al centralelor termoelectrice cu abur. Kirchmayer L. K., Mellor A. G., O'Mara J. F. şi Stevenson J. R. Combustion, vol. 26 (1955) nr. 8, pag. 57—64.

Articolul constituie un rezumat al unui studiu publicat în AIEE (nr. 55—183), asupra determinării profilului optim economic al noilor centrale termoelectrice cu abur, care urmează a fi introduse într-un sistem energetic existent, ţinîndu-se seama de mărimea sistemului, de cotele de indisponibilitate prin avarii, de creşterea sarcinii, de costul de instalare al unor unităţi generatoare mai mari, de influenţa planului de revizii şi de efectul asupra sistemului energetic datorit unităţilor mai mari.

Calculele făcute iau ca bază un sistem cu o putere instalată de 2 000 MW, în ipoteza că urmează să se dezvolte la 10 000 MW, cu unităţi a căror putere variază în trei din cele patru soluţii alternative luate în considerare cu 8—15% din puterea existentă a sistemului, iar în cea de a patra cu unităţi cu o putere constantă de 250 MW. Dublarea sarcinii a fost admisă în 5,10 şi 15 ani.

Autorii pleacă de la următoarele premize:

1. Sistemul energetic trebuie să menţină un asemenea nivel de siguranţă în exploatare, încît probabilitatea unei lipse de putere să fie de o zi la 11 ani.

2. Indisponibilitatea prin avarii pentru o unitate generatoare (cazan — grup turbogenerator) este de 2% ceea ce corespunde cu rezultatele recente. Pentru a determina efectul unei eventuale siguranţe de exploatare mai reduse a unităţilor foarte mari, în unele cazuri a fost acceptată cota de 3%.

3. Pentru fiecare unitate (cazan — grup turbogenerator) din sistem au fost prevăzute 20 zile de lucru de întrerupere pe an pentru revizii planificate.

4. Variaţia vîrfului de sarcină a sistemului în zilele de lucru din întreg anul, a fost acceptată ca variind liniar de la 100% la 80%. Aceasta este justificată de faptul că ea este tipică pentru cele mai multe sisteme, cu excepţia unora din sudul S. U. A. unde vîrfurile de sarcină de vară şi de iarnă sînt sensibil egale.

5. Costul instalat al unor unităţi generatoare noi a fost considerat corespunzînd cu o curbă cu două variante, din care una cu cifre constante de la puterea de 200 MW în sus, alta cu tendinţa de descreştere continuată şi peste 200 MW.

6. Sarcinile fixe ale investiţiei au fost considerate de 12% pe an.

7. Costurile manoperii de producţie şi de întreţinere au fost luate pentru un factor de încărcare de 100% ambele avînd tendinţa de scădere în raport cu creşterea puterii instalate.

8. Consumul specific de căldură a fost considerat în mod convenţional constant, de la puteri instalate de 200 MW în sus, cu toate că este de aşteptat o ameliorare.

9. Costul căldurii este convenit la $0{,}25/10^6$ dolari Btu.

10. Curba de durată a sarcinii a fost considerată corespunzînd unui factor de încărcare de 60%, tipic pentru multe din marile sisteme energetice.

11. Costurile de combustibil şi de exploatare a unităţilor ţinute în rezervă turnantă cu sarcină mică, au fost lăsate la o parte.

Metodele analizei pentru determinarea variantei optime de extindere constau din două părţi:

1. Determinarea puterii de rezervă necesară sistemului pentru a menţine nivelul de siguranţă de exploatare pentru fiecare variantă de extindere, luînd în considerare următorii factori:

a) mărimea unităţilor generatoare;
b) cota de indisponibilitate prin avarii;
c) curba de durată a sarcinii de vîrf de zi de lucru şi
d) planul de revizii.

2. Aplicarea factorilor de cost prezumaţi la fiecare variantă de extindere (cu luarea în considerare a puterii de rezervă necesară) pentru a determina cea mai economică variantă.

Din rezultatele analizei făcute în baza celor de mai sus, se pot deduce următoarele tendinţe:

1. Dacă costurile de investiţii a marilor unităţi continuă să descrească cu mărimea acestora, şi dacă cota de indisponibilităţile prin avarii pentru unităţile mari rămîne la nivelul actual (2% sau mai puţin), cel mai economic pas de extindere a sistemului este de a intercala unităţi cu între 10 şi 7% din mărimea sistemului studiat. Panta curbei de costuri de kW instalat este factorul determinant, mai important decît valoarea absolută a costurilor de investiţii.

2. Dacă peste o anumită mărime costul de investiţii în dolari/kW rămîne constant, va exista un foarte mic stimulent de a utiliza unităţi peste acel profil.

3. Orice creştere a cotei de indisponibilitate prin avarii a marilor unităţi va încetini tendinţa de a le realiza.

4. Ţinînd seama de ordinea de mărime a cotei de creştere de sarcină întîlnită uzual, cota de creştere de sarcină nu are un efect apreciabil asupra profilului unităţilor, care să poată fi economic justificat într-un sistem.

5. Datorită tendinţei de descreştere a cotei de beneficiu în costurile de investiţii şi de exploatare în raport cu creşterea mărimii unităţilor, unităţile care reprezintă un procentaj mai mare din mărimea sistemului, pot fi justificate mai uşor în sisteme mici, decît în cele mari.

6. Datorită tendinţei de descreştere a beneficiului la unităţile mai mari, rezultă că cota de creştere a profilului maxim va scădea, dar încă nu există vreun indiciu că ar fi fost ajuns pînă acum profilul maxim economic de unitate.

7. Bazat pe factorii consideraţi în acest studiu, se poate aprecia că unităţi de ordinul a 500—600 MW vor fi utilizate curent în unele sisteme în viitorii 10 ani.

În rezumat, pledează în favoarea unităţilor mari:

1. Scăderea rapidă a curbei de costuri pe kW instalat la marile unităţi.

2. Costuri de exploatare şi de întreţinere mai scăzute de kWh la marile unităţi.

3. Reducerea consumului specific, datorită ameliorării procedeelor tehnologice.

4. Reducerea numărului de muncitori necesari pentru construcţie şi întreţinere la marile unităţi.

5. Interconectarea cu sistemele vecine;

iar împotriva unităţilor mari:

1. Scăderea lentă a curbei de costuri pe kW instalat la marile unităţi.

2. Creşterea puterii de rezervă, ce o comportă unităţile mai mari.

3. Orice creştere a cotei de indisponibilitate prin avarii.

4. Creşterea impusă capacităţii sistemului de transport.

5. Limite în legătură cu amplasarea unităţilor. E 108

v. b.

Conlucrarea centralelor hidro şi termoelectrice. Referat în BWK, vol. 7 (1955) nr. 3, pag. 139

Se prezintă o scurtă notă asupra celor 7 referate depuse în această problemă la sesiunea parţială a conferinţei mondiale a energiei ce a avut loc la Rio de Janeiro în Brazilia în 1954, şi care sînt indicate nominal în lista bibliografică.

În funcţie de condiţiile geografice şi gradul de dezvoltare industrială a ţării respective, referatele aduc date interesante asupra formei economice de dezvoltare şi intervenţie a ambelor feluri de centrale. Se descriu astfel căile economice urmate pentru sporirea puterii centralelor în ţări puţin dezvoltate din punct de vedere industrial, însă cu mare potenţial hidroenergetic disponibil şi unde în afară de aspectul energetic a trebuit să se ţină seama şi de cerinţele de regularizare a riurilor şi de irigaţii.

Metodele folosite se aseamănă mult şi în regiuni cu mare potenţial hidroenergetic, unde s-au instalat într-un prim stadiu centrale termoelectrice, care să acopere creşterea încă înceată a consumului de energie în timpul perioadei de construcţie a centralelor hidroelectrice. După terminarea acestora, centralele termoelectrice mai rămîn în funcţiune ca centrale de bază, în timp ce centralele hidroelectrice preiau

vîrfurile în funcţie de posibilităţile de acumulare. La creşterea gradului de amenajare a potenţialului hidroenergetic rolurile se schimbă temporar, astfel încît de multe ori, o bună parte din centralele termoelectrice intervin la vîrf. La creşterea mai mare a consumului, condiţiile se pot schimba iarăşi, în funcţie de disponibilităţile de apă şi de acumulare. De exemplu, pentru două bazine principale din Japonia, se ajunge la concluzia că puterea instalată a centralelor hidroelectrice trebuie să fie de 3—4 ori mai mare decît puterea ce corespunde debitului minim de apă. În aceste condiţii, centralele termoelectrice intervin cînd la vîrful, cînd la baza diagramei de sarcină, în funcţie de variaţia sarcinii şi de disponibilităţile de apă.

În Canada s-a instalat o cotă importantă de putere în centrale termoelectrice deabea după lipsa de apă din 1949 şi odată cu creşterea masivă a consumului. În Italia, 88% din energia electrică este produsă în CHE şi numai 12% în centrale termoelectrice.

În Anglia, centralele hidroelectrice sînt mai ales în nord; nu există încă centrale cu pompaj dar se proiectează realizarea cîtorva. Se dau date interesante asupra proiectului centralei „Severn barrage" pentru folosirea mareelor şi se subliniază oportunitatea ei economică odată cu creşterea preţului cărbunelui. E 109

i. s.

Repartiţia optimă între centralele interconectate. Bauer H., Archiv fur Electrotechnic, nr 1, (1955) vol. 42, pag. 13—25

Articolul redă în mod amplu calculul ale cărui principii sînt trasate în ETZ nr. 11/1955. Autorul expune o metodă bazată pe rezolvarea reţelelor prin ecuaţii matriciale şi tensoriale, pentru găsirea sarcinilor ce revin celor *n* centrale interconectate. Se stabileşte o ecuaţie între matricea diferenţelor de tensiune între centrale şi între centrale şi sarcini matricea curenţilor şi matricea impedanţelor sistemului. Ultimele s-au obţinut prin măsurători pe un model de calcul în curent alternativ. Se indică apoi o serie de transformări ale reţelei cu care se reduce sistemul la o centrală şi o sarcină echivalentă, cu ajutorul matricelor de conexiune. Prin următoarea schimbare a sistemului de referinţă se elimină curentul sarcinilor. Urmează alte transformări prin care vectorul curent la centrale este înlocuit prin puterea activă. Calculul stabileşte în fine pierderile în reţele aferente fiecărei centrale şi trece la stabilirea condiţiei de minim. Ecuaţiile care exprimă aceste condiţii dau soluţiile puterilor la centrale.

Repartiţia optimă în ce priveşte costul de producţie şi pierderile, se găseşte tot prin scrierea unei condiţii de minim, care dă un sistem de ecuaţie, ce, la variaţia parametrilor, cost de producţie, dau diferite soluţii vectorilor — putere — la centrale. Rezultatul se poate exprima printr-o diagramă. E 110

b. a.

Alimentarea cu energie electrică a Norvegiei după referatul BWK, vol. 8 (1956) nr. 3 pag. 144.

Condiţiile specifice ale energeticei norvegiene derivă din reliefu muntos al ţării cu un potenţial hidroenergetic de 100 pînă la 120 miliarde kWh pe an şi din densitatea redusă a populaţiei. Lacurile naturale oferă posibilităţi foarte mari de acumulare; astfel 48% din producţia actuală de energie electrică a Norvegiei rezultă din apă acumulată.

Puterea instalată este de 3 600 MW în centrale hidroelectrice şi de numai 100 MW în centrale termoelectrice. Cifrele corespunzătoare au fost în 1945 de 2 300 MW respectiv 100 MW. În construcţie sînt centrale hidroelectrice cu o putere totală de circa 1 500 MW. Durata de utilizare este de 5 700 h/an.

Se constată o tendinţă clară pentru realizarea de centrale foarte mari, a căror pondere va creşte pînă în 1957 de la 40% la 56%. În cele mai noi mari centrale ce lucrează interconectat s-au instalat în majoritatea cazurilor 4 unităţi: în cele ce se vor construi se prevăd numai două pînă la trei grupuri. În centrale mijlocii pînă la 25 MW se instalează de multe ori numai cîte o singură unitate. Multe centrale noi, totalizînd în curînd 2 000 MW, sînt construite ca centrale subterane.

Repartiţia consumului a fost în 1951 următoarea: 66,3% din producţie a fost preluat de industrie, 1,3% de calea ferată şi restul de 32,4% de consumatori diverşi. Consumul casnic are o cotă mare de consum pentru gătit şi una şi mai mare pentru încălzirea electrică, foarte răspîndită din cauza lipsei de resurse proprii de combustibili.

Consumul specific de energie electrică a fost în 1952 de 5 700 kWh pe locuitor. Cifrele corespunzătoare în alte ţări sînt: Canada 4 300, S.U.A. Suedia, Luxemburg şi Elveţia 2 900 la 2 300. Anglia 1 500, Germania 1 100, Franţa, Olanda Danemarca şi U.R.S.S. 900 la 600 kWh pe locuitor şi an.

Norvegia are 7 sisteme electrice, care vor fi interconectate cu timpul. În 1938 producţia de energie a fost de circa 9 mrd kWh şi a crescut pînă în 1953 la 20 mrd kWh. Participarea statului la noile centrale este de 35% faţă de cea a comunelor de 55%; capitalul particular intervine numai cu 10%. E 111

i. s.

Metode moderne pentru reducerea preţului în marile transporturi de energie. Rathsmann G, E. T. Z. vol. 76 (1955) pag. 13—16.

Autorul expune avantajele economice legate de transportul de energie la tensiune foarte înaltă în curent alternativ şi curent continuu.

Rezultatele obţinute cu prima încercare de transport în curent continuu la foarte înaltă tensiune, arată că în anumite cazuri acest fel de transport poate să concureze cu succes transportul în curent alternativ. După consideraţiile alegerii unei noi valori a tensiunii de transport în curent alternativ autorul arată că nivelul de izolaţie trebuie ales cu multă grijă, deoarece acesta intervine în preţul instalaţiilor. Se poate reduce preţul staţiilor de transformare, prevăzîndu-se transformatori de mare putere montaţi, dacă este posibil ca autotransformatori simplificînd astfel instalaţiile. Se poate scădea preţul liniilor de transport reducînd coeficienţii de siguranţă, adesea inutil ridicaţi şi crescînd puterea de transport folosind dispozitive care ameliorează stabilitatea. E 112

n. p.

Termoenergetica

Centrală în aer liber. Browman R. A. şi Welchel C. C. Electr. Wld. Pittsburg, vol. 141 (1954) nr. 16, pag. 116-19.

Marea centrală din Pittsburgh serveşte ca centrală de bază şi a fost proiectată pentru condiţii foarte economice de exploatare. La profilul final va fi cea mai mare centrală termoelectrică din lume; investiţia specifică a fost de numai 120 dolari pe kW instalat, iar consumul specific de căldură este de 2 400 kcal/kWh.

Aceşti indici favorabili au fost realizaţi datorită mărimii unităţilor, adoptării schemei bloc pentru cazane şi grupuri turbogeneratoare instalării acestor unităţi în aer liber, condiţiilor prielnice de apă de răcire şi aplicării unei concepţii simple pentru întreaga centrală.

Primele patru grupuri turbogeneratoare de cîte 165 MW la 18 kV sînt montate în aer liber, cu excepţia extremităţilor turbinelor, a elementelor de reglaj şi a camerii de comandă. Cazanele funcţionînd cu 126 at 538°C au numai o carcasă de tablă ca apărare contra intemperiilor şi pot funcţiona cu păcură, gaze naturale sau cărbune.

Unul din transformatori alimentează sistemul de 115 kV ceilalţi trei linii de 230 kV. E 113

i. s.

Analiza termodinamică a ciclurilor instalaţiilor turbinelor cu abur cu supraîncălzire intermediară. Kalafati D.D, Teploenergetica, nr. 3 (1956), pag. 39—47.

Folosirea pe o scară din ce în ce mai mare a aburului cu parametri foarte înalţi (170—300 ata şi 550—650°C) necesită o analiză a ciclurilor instalaţiilor turbinelor cu abur cu supraîncălzire intermediară.

În articol, autorul analizează randamentul ciclului regenerativ al instalaţiilor turbinelor cu abur cu supraîncălzire

intermediară, atît pentru condiţii ideale cît şi ţinînd seama de randamentul turbinelor. In această direcţie, autorul a obţinut o relaţie analitică a randamentului.

In continuare se studiază relaţia între temperatura optimă de preîncălzire regenerativă în partea de joasă presiune a turbinelor cu abur şi parametrii ciclului. Sînt arătate de asemenea condiţiile termodinamice optime în ceea ce priveşte temperatura iniţială a supraîncălzirii intermediare precum şi numărul treptelor de supraîncălzire. E 114

g. c.

Mutarea peretelui frontal al sălii cazanelor. Naimark I. G. Electriceskie Stanţii, nr. 2 (1956) pag. 50—51.

In majoritatea cazurilor, clădirea principală a centralelor termoelectrice nu se construieşte în întregime, conform proiectului final de dezvoltare, ci în etape pe grupuri de agregate ce urmează a intra succesiv în exploatare.

Extinderea centralei se efectuează în partea peretelui frontal mobil al acesteia. Pentru operaţiile de mutare a peretelui mobil sînt necesare lucrări de demontare şi montare extrem de costisitoare şi de lungă durată.

In articol autorul descrie pe scurt metoda de deplasare a peretelui de capăt al sălii cazanelor folosită la multe din centralele termoelectrice actuale.

Peretele de capăt al sălii cazanelor este construit dintr-o carcasă metalică de diferite profile zidită cu cărămidă şi sprijin tă pe stîlpii şi consolele scheletului din beton armat al clădirii. In prealabil, la noul loc de fixare al peretelui de capăt, se construieşte scheletul pereţilor laterali cu consolele respective şi fundaţia acestuia.

Operaţia de mutare a peretelui mobil la 19,5 m durează circa 20 minute. Un avantaj în plus îl prezintă şi faptul că sala ce urmează a fi extinsă este izolată de exterior tot timpul operaţiilor de mutare a peretelui. E 115

g. c.

Cîteva caracteristici ale cazanelor de abur destinate pornirii şi opririi rapide. Vnukov. A. K. Teploenergetica, nr. 4, (1956), pag. 50—55.

Problema pornirii şi opririi rapide a cazanelor de abur la centralele termoelectrice, este strîns legată de folosirea la maxim a puterii instalate, de micşorarea rezervei calde, de posibilitatea folosirii zilelor de sărbătoare pentru reparaţii curente în sala cazanelor şi de alte probleme a căror rezolvare duce la mărirea randamentului global al centralei.

In articol sînt descrise posibilităţile pornirii şi opririi rapide a cazanelor de abur. Unele din condiţiile care trebuie îndeplinite pentru a putea adapta cazanele la noul regim de punere şi scoatere din funcţiune, implică o serie de modificări constructive, în general ale tamburului şi a instalaţiei din interiorul tamburului.

Se subliniază că dacă aceste modificări constructive sînt efectuate odată cu construirea cazanului, nu apar investiţii suplimentare.

Din punct de vedere al exploatării, cazanele de abur adaptate pornirii şi opririi rapide, diferă numai prin operaţiunile de pornire şi oprire, care se pot reduce în timp, după cum urmează :

— Pornirea se reduce de la 4—6 ore la 1—2 ore
— Oprirea se reduce de la 24 ore la 3—4 ore.

Concluziile articolului se bazează pe date experimentale obţinute de autor la o serie de centrale termoelectrice din Uniunea Sovietică, precum şi pe datele publicate în S.U.A. în legătură cu această problemă. E 116

g. c.

Cenuşa şi zgura în exploatare ; îndepărtarea şi utilizarea ei, Marskell W. G. şi Pratt C. W. BWK, vol. 7 (1955) J. Inst. Fuel. vol. 25 (1952), nr. 145 pag. 212—221.

Comportarea în timpul arderii a cenuşii combustibililor cu conţinut mare de cenuşă poate fi determinantă pentru alegerea amplasării şi pentru proiectarea de ansamblu a unei centrale termoelectrice mari. Formarea zgurii în masa combustibilului este provocată în primul rînd de distribuţia temperaturilor şi de eventuale deranjamente. Puncte de topire prea joase ale cenuşii uşurează depuneri nedorite pe suprafeţele de răcire şi pe ţevi. Indepărtarea cenuşii sburătoare, care apare în cantităţi importante la focare pentru praf de cărbune, produce dificultăţi, astfel că se adoptă evacuarea lichidă a cenuşii, în focare ciclon sau focare cu evacuarea zgurii în stare lichidă.

Zgurile rezultate din focare cu grătar, pot fi în general utilizate, spre deosebire de cenuşa sburătoare din focarele cu praf de cărbune. Aceasta necesită instalaţii ample pentru captarea şi evacuarea cenuşii.

Dacă nu există spaţiu disponibil în vecinătatea centralei pentru depozitarea cenuşii, trebuie prevăzută evacuarea în vehicule speciale sau eventual în şlepuri. E 117 *m. a.*

Reglajul ventilatoarelor de gaze şi aer în exploatarea cazanelor de abur. Ing. Gabrysch G., Energietechnik, nr. 3 pag. 118—124. (1955),

Articolul trece în revistă problemele principale asupra construcţiei şi reglajului ventilatoarelor.

Tendinţa modernă este de a trece de la ventilatoarele radiale la ventilatoare axiale. Dacă se neglijează compresibilitatea aerului pentru înălţimea mică de refulare a ventilatorului, rezultă că volumele gazelor refulate sînt direct proporţionale cu turaţia, presiunea de refulare proporţională cu pătratul turaţiei, iar puterea absorbită proporţională cu cubul turaţiei. In continuare, sînt arătate cîteva curbe caracteristice ale ventilatoarelor în cazul în care se schimbă turaţia ventilatorului, se execută un reglaj prin strangulare sau un reglaj al unghiului paletelor directoare.

In privinţa dimensionării se arată că ventilatoarele trebuie să satisfacă condiţiile cele mai grele de lucru, avîndu-se în vedere murdărirea cazanului, excesul de aer real şi rezerva necesară în ventilator şi motor. Din cauza acestor supradimens onări randamentul ventilatoarelor la sarcina normală se găseşte sub valoarea prevăzută. Acţionarea ventilatoarelor este posibilă prin turbine de abur, care permit un reglaj continuu de turaţie, supraîncărcarea uşoară şi randament ridicat dacă se utilizează abur evacuat. Acţionarea electrică este avantajoasă din punct de vedere al exploatării, întreţinerii şi rapidităţii de intrare în funcţiune.

Se preconizează reglajul turaţiei pînă la 50 % din turaţia nominală. Metodele de reglaj curente sînt analizate şi descrise pe rînd după cum urmează : a) *Reglaj prin strangulare.* Este cel mai simplu sistem dar neindicat din cauza pierderilor. Acest reglaj este utilizabil numai la unităţi mici, sau la cazane cu funcţionare la sarcină constantă. b) *Reglajul aerodinamic.* Este obţinut prin schimbarea unghiului paletelor directoare, ceea ce m difică caracteristica *Qh* a ventilatorului. Metoda de reglaj este aplicabilă atît la ventilatoarele axiale cît şi la cele radiale. c) *Reglajul turaţiei ventilatorului.* In acest caz este necesar ca turaţia critică a arborelui ventilatorului să depăşească turaţia maximă de exploatare. Reglajul de turaţie se poate obţine prin :

— *Reglaj hidraulic,* cu ajutorul cuplajului hidraulic. Randamentul acestui cuplaj este 97 % la plină sarcină şi la schimbarea turaţiei ventilatorului are valoarea $\eta = \frac{n_2}{n_1}$. Cupele hidraulice oferă şi avantajul unei funcţionări îndelungate fără uzură.

— *Acţionarea prin turbină.* Reglajul turaţiei are loc prin reglajul calitativ şi cantitativ al aburului. Rezultate bune s-au obţinut în această privinţă dacă prin turbina ventilatorului este trecut debitul principal de abur după ieşirea din supraîncălzitor. După turbină poate avea loc o nouă supraîncălzire. Această turbină poate rămîne în funcţ une pînă la o sarcină de 25—30% din cea nominală. Sînt de asemenea indicate turbinele cu contrapresiune cu utilizarea aburului evacuat.

— *Reglaj magnetic.* Cuplajul magnetic este sigur şi are randamente bune de 97 % la plină sarcină şi de 85 % la două treimi din turaţia nominală.

— *Acţionare cu motor electric.* La această grupă sînt indicate atît metodele de reglaj continuu al turaţiei prin grupul Leonard, motoare cu colector, precum şi metode de reglaj în trepte, motoare asincrone cu inele, şi rezistenţe în rotor,

sau motoare cu număr variabil de poli (maximum 3 numere de poli).

In partea finală a articolului se prezintă diagramele comparative ale metodelor de reglaj, indicînd în ordinea avantajelor şi economiei următoarele metode : acţionarea cu turbină, reglaj de turaţie prin motor cu colector, reglajul paletelor rotorului, reglajul paletelor directoare, reglajul prin cuple reglabile şi prin motoare cu inele şi rezistenţa în rotor, motoare cu două turaţii şi reglaj prin strangulare. E 118

c. m.

Aparat portativ pentru determinarea oxigenului dizolvat în apă, Babkin R. L., Electriceskie Stanţii, nr. 3 (1956), pag. 19—21.

Pentru determinarea cantităţilor de oxigen dizolvat în apa de alimentare a cazanelor din centralele electrice, autorul propune aparatul experimentat la multe centrale termoelectrice din Ural. Acesta se bazează pe principiul oxidării oxigenului molecular din proba de apă, cu indigocarmin.

Acest aparat are următoarele avantaje faţă de vechile metode de determinare a oxigenului molecular :

1. Intervalul de timp de la luarea probei de apă pînă la obţinerea rezultatului se reduce de la 60 minute la 1 minut.
2. Rezultatul se obţine direct la locul probei, nemai fiind nevoie de laborator chimic.
3. Temperatura apei analizate nu influenţează rezultatul analizei.
4. Consumul substanţelor chimice se reduce de sute de ori.
5. Cu excepţia tuburilor de sticlă care sînt destul de simple aparatul poate fi în întregime confecţionat cu propriile forţe ale centralei termoelectrice. E 119

g. c.

Montarea instalaţiilor termomecanice de către brigăzi mari complexe, Tenenko I. K., Electriceskie Stanţii, nr. 3 (1956), pag 52—54.

La una din centralele termoelectrice construită în U.R.S.S. în 1954, în decurs de 15 luni s-au montat 6 cazane şi 3 turbogeneratoare, ceea ce înseamnă în medie un cazan în 2,5 luni şi un turbogenerator în 4,5 luni.

Aceste rezultate au fost posibile datorită organizării şantierului şi a montajului după metoda brigăzilor mari complexe.

Fiecare brigadă se specializează în montarea anumitor ansamble ale instalaţiei. In acest scop, întreg volumul de montaj a fost împărţit în 12 părţi revenindu-i fiecărei brigăzi cîte o parte. Terminînd partea sa de montaj brigada complexă trece la aceeaşi lucrare la instalaţia următoare :

Pe şantier se lucrează de obicei în 2 schimburi şi deseori în 3 ceea ce duce la o folosire maximă a utilajelor şi mecanismelor de montare.

Executîndu-se lucrările de montaj după schema brigăzilor mari complexe şi după un grafic stabilit pentru toate brigăzile şi tot timpul de lucru, productivitatea muncii pe şantier a crescut cu 20—30% faţă de aceleaşi lucrări executate după metode vechi.

In medie, salariul muncitorilor a crescut în cele 15 luni cu 107,2% iar planul a fost depăşit cu 32%.

Acest procedeu de organizare a lucrărilor de montare pe şantiere mai are şi următorul avantaj :

După terminarea lucrării ce revenea unei brigăzi înainte de a trece la instalaţia următoare, lucrarea era luată în primire de către o comisie special formată care califică execuţia, de aceste aprecieri depinzînd premierea personalului.

Prin cointeresarea materială a muncitorilor, prin specializarea acestora, la anumite lucrări şi controlul amănunţit al executării montajului, calitatea lucrului cîştigă mult.

In încheiere se subliniază, că la 1 august 1955, 58% din numărul muncitorilor ce lucrează pe astfel de şantiere sînt organizaţi în brigăzi mari complexe. E 120

g. c.

Despre coeficienţii reali de schimb de căldură în preîncălzitorii secţionali apă — apă de tipul folosit în reţeaua termică din Moscova. Koriceva R. S., Teploenergetica, Moscova, nr. 2, (1956), pag. 31—34.

In reţelele termice ale sistemului de termoficare din Moscova, care funcţionează de peste 20 de ani, în urma depunerii de piatră pe pereţii conductelor, se reduce debitul, apar pierderi de presiune mai mari şi schimbul de căldură în preîncălzitoarele secţionale se face mai anevoios.

In articol sînt descrise metodele de determinare a coeficienţilor reali de schimb de căldură în aceşti preîncălzitori.

Comparîndu-se aceşti coeficienţi cu cei iniţiali, se trage concluzia că stratul de piatră existent pe pereţii preîncălzitorilor de apă este mai mare decît cel considerat iniţial în calcul (0,4 mm), ajungînd adesea pînă la 1,2 mm. Curăţindu-se conductele reţelelor termice şi preîncălzitoarele de apă, cu acid clorhidric (concentraţie 3%), coeficienţii reali de schmib de căldură ating uneori chiar valorile iniţiale. De remarcat este faptul că aceste operaţii au fost executate în condiţii de exploatare normală a reţelei termice. E 121.

g. c.

Comparaţie între vaporizatori şi instalaţii de epurare a apei cu schimbători de ioni, pentru centrale electrice cu înaltă presiune. Morris E. şi Brune C., Combustion, vol. 24 (1953), nr. 10, pag. 53.

Hotărîtoare pentru alegerea sistemului de epurare a apei, chimică, sau prin vaporizare sînt considerentele economice. Cu ajutorul unui exemplu se definesc factorii economici de bază şi importanţa lor relativă. In acest scop se face ipoteza că apa va avea după preparare prin oricare din cele două metode aceeaşi duritate.

Exemplul se referă la o instalaţie cu cinci grupuri turbogeneratoare de cîte 200 MW fiecare, 140 at, 567°C şi supraîncălzire intermediară la aceeaşi temperatură. Investiţiile cerute de instalaţia de vaporizare sînt mai mari cu circa 120 000 dolari decît la cea chimică. Un mare rol joacă la vaporizatori costul combustibilului, iar la instalaţia chimică costul chimicalelor. La o cantitate de apă de adaos de 2,5% costul de exploatare al instalaţiei de vaporizare este mai mic. E 122.

b. i.

Electroenergetica

Televiziunea în serviciul supravegherii de exploatare a centralelor termoelectrice cu abur, Hahn W., ÖZE, vol. 8 (1955), nr. 2, pag. 45—48.

Se descrie o instalaţie de televiziune pentru observarea fumului la coş şi a nivelului de apă în cazane, dintr-o centrală cu abur din Austria (St. Andrä). Sistemul folosit aci se bazează pe metoda fotoelectrică, care faţă de metoda fotografică, optică, prezintă avantaje referitoare la putere şi la posibilitatea de punere la punct. Principiul de lucru al aparatului este clarificat printr-un desen schematic. Se discută posibilităţile de folosire a acestei instalaţii pentru observarea focului în focar şi a zgurii antrenate pe coş. Transmiterea indicaţiilor instrumentelor electrice din sala cazanelor şi a maşinilor într-un post central, sau prin transmitere fără fir de la centrală sau staţie de transformare la postul central de dispecer, apare bogată în speranţe. E 123

b. i.

Alegerea sistemelor de protecţie pentru posturile de distribuţie trifazate de medie tensiune, Mascarin M. R., RGE, vol. 64, nr. 5, mai (1955), pag. 217—232.

Autorul pune în discuţie sistemele de protecţie pe care le găseşte în posturile de distribuţie de medie tensiune, dîndu-se pentru fiecare sistem caracteristicile releelor care pot fi folosite. Fără a intra în calcule, bazîndu-se pe rezultate cunoscute atrage atenţia asupra unor probleme care îi par esenţiale, sau care la prima vedere pot da naştere la confuzii.

Autorul expune în articol o mare varietate de relee pentru care dă şi schemele de montaj. E 124

n. p.

Posibilităţi de adaptare ale întreruptorului pneumatic la nevoile de exploatare ale reţelelor, Bordeaux M. P., RGE, vol. 64, pag. 190—193.

Se reaminteşte că în construcţia unor aparate electrice, ca de exemplu întreruptorii pneumatici, trebuie să se ţină seama de posibilităţile de modificare a constantelor, pentru a se putea adapta cu uşurinţă la nevoile exploatării. Astfel, autorul arată că plecînd de la acest principiu, unii constructori au căutat să orienteze cercetările către posibilităţile unei tipizări a elementelor constructive de bază ale întreruptorului, pentru a nu se mai repeta încercări de multe ori similare. In concluzie se arată că folosind elemente de bază identice, a fost posibil să se acopere o gamă de întreruptori de exterior pentru tensiunile cuprinse între 35 kV şi 400 kV ; se dau exemple care arată avantajele tipizării în construcţia în serie a elementelor de bază pentru asemenea aparate. E 125

n. p.

Regimul de funcţionare al centralelor interconectate cu pierderi minime în reţele, Bauer H. ETZ, nr. 11, (1955), pag. 389—391.

Problema unei repartiţii optime a puterilor între centralele interconectate se rezolvă considerînd nu numai costurile de producţie a energiei în diferitele centrale, ci şi pierderile în reţele. Cum adesea o centrală la care costul de producţie este mai redus îşi livrează energie prin intermediul unei linii de transport lungi, funcţionarea optimă poate avea loc cînd această centrală produce o putere mai mică, iar centralele locale, deşi mai puţin economice, se încarcă mai mult.

Se cere deci găsirea celui mai economic regim, care poate să nu coincidă cu minimul de cheltuieli de producţie şi nici cu minimul de pierderi în reţele.

Pentru a exprima importanţa economiei realizate prin considerarea pierderilor în reţele la repartiţia puterilor între centrale, autorul citează calculul efectuat pentru sistemul energetic la American Gaz and Electric Company, avînd 8 centrale interconectate, care a condus la o economie de 150 000 dolari anual.

Metoda de calcul expusă de H. Bauer începe prin calculul repartiţiei puterilor, care dă minimul de pierderi în reţele. Se stabilesc pentru fiecare centrală pierderile exprimate cu ajutorul unor factori de repartiţie a puterilor în reţea, invariabili pentru o reţea dată. Calculul puterii optime la centrale se face pentru o valoare medie a creşterii relative a cheltuielilor de producţie la centrale şi se repetă pentru fiecare variaţie a creşterii relative.

Pentru stabilirea expresiei pierderilor, se recomandă utilizarea unui model de reţea de curent alternativ, pe care se determină factorii de repartiţie a puterii în reţea.

Pentru rezolvarea ecuaţiilor, Bauer propune construirea unor dispozitive utilizate permanent de dispecerul de regimuri, sau, mai mult, automatizarea dispozitivului ca să realizeze pe baza telemăsurilor şi telecomenzilor, repartiţia optimă în mod automat. E 126

b. a.

Calculul tensiunilor în liniile monofazate şi trifazate prin statica grafică, Kohler K., EuM, vol. 71,(1954) pag. 328—333.

După ce se arată principiile generale ale staticei grafice, autorul aplică această metodă la calculul căderilor de tensiune în liniile de curent alternativ ; se examinează succesiv cazul unei linii simple comportînd un singur generator şi un singur receptor, acela al unei linii cu mai mulţi receptori repartizaţi în lungul liniei şi acela al unei linii alimentată la două capete. Această metodă este aplicabilă liniilor de lungime mare pentru care capacitatea liniilor nu poate fi neglijată. E 127

n. p.

Hidroenergetica

Progrese în centralele hidroelectrice cu cădere mică. Gariel M., Engineering nr. 4684, (1955), pag. 627—628.

In domeniul centralelor hidroelectrice cu căderi mici, cîteva progrese realizate în ultimul timp a ajutat la reducerea dimensiunilor construcţiilor şi deci şi al preţului lor. In primul rînd se poate cita un nou fel de cuplare a rotorului alternatorului cu cel al turbinei. In acest sistem, aplicabil la centralele de mare putere, legătura se face cu ajutorul unor piese inelare, cilindrice sau conice, montate telescopic şi aranjate astfel încît lagărele laterale să poată fi demontate şi scoase prin părţi. Astfel se reduce sau se elimină cu totul utilizarea enormelor axe de oţel forjat întrebuinţate la construcţiile actuale şi turbina devine foarte compactă în sensul vertical. Reducînd înălţimea pieselor componente se poate micşora şi cursa cîrligului pisicii de deasupra şi în felul acesta se reduce spaţiul de deasupra alternatorului.

O altă tendinţă recentă este aceea a utilizării tot mai dese a turbinelor axiale, cu axul orizontal. Prin aceasta se urmăreşte reîntoarcerea la tipul mai mult sau mai puţin axial al turbinelor elice cu reacţie, construirea distribuitoarelor astfel, încît axa lor să fie cît mai dreaptă, realizarea grupurilor cu axe orizontale sau puţin înclinate. Utilizînd turbine cu axa orizontală, este nevoie de mai multe grupuri pentru aceeaşi putere decît ar fi nevoie d că se folosesc turbine cu ax verical. Lucrul este impus atît din motive mecanice, cît şi pentru a se evita cavitaţia probabilă în partea superioară a rotorilor. In schimb, întrebuinţarea grupurilor de puteri individuale mai mici permite introducerea unor turbine foarte simple şi economice, avînd distribuitoare fixe şi putînd totuşi lucra cu randament excelent în regim de debit şi presiune variabilă. Pentru a se atinge randamentul optim se pot utiliza şi distribuitoare cu vane de ghidaj reglabile.

Un alt avantaj al turbinelor orizontale, este adîncimea mică necesitată de fundaţiile lor. Se înţelege cît de important este acest lucru atunci cînd construcţia este executată în albia unui rîu. Suprafaţa acoperită de centrală, volumul de pămînt excavat ca şi cel de beton utilizat, scad într-atît încît preţul lucrărilor de construcţii civile este redus cu 1/3. Turbinele cîntăresc cu 40% mai puţin şi greutatea alternatorilor scade şi ea. In total se obţine o reducere a costului de 25—30 %.

A treia perfecţionare care trebuie menţionată, este apariţia grupurilor răcite cu fluid. La acestea, alternatorul este asamblat, strîns cu turbine. Rotorul alternatorului se învîrte în ulei sau în gaz comprimat, care, circulînd transmite căldura pereţilor grupului, el însuşi scufundat în apă. Primul grup reuşit construit după acest principiu, este proiectat pentru 1 100 CP la 250 rot/min şi o presiune de 7 m. Turbina este axială, generatorul asincron şi lucrează în ulei. Grupul a fost încercat într-un acvariu spre a vedea dacă răcirea este eficace. După probe, turbo-alternatorul a fost instalat în uzina de la Costet a căilor ferate francceze şi toată operaţia de montare nu a durat decît 10 ore.

Grupurile răcite cu fluid permit o economie şi mai mare decît cele cu ax orizontal. La ele, costul lucrărilor de construcţii civile se reduce cu circa 40 %. Greutatea turbo-alternatorului capsulat este cu 50 % mai mică decît cea a unui grup Kaplan obişnuit. Principiul a găsit o largă întrebuinţare la microcentrale, dar se prevede şi experimentarea unor unităţi de 9 400 CP la o cădere de 10,75 m 20 000 CP la 16,8 m şi 12 000 CP la 10,5 m. E 128

Conferinţa Secţiei de Electricitate din Filiala Reg. ASIT Bucureşti

In vederea pregătirii Congresului Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor ce urmează a avea loc către sfîrşitul anului 1956, în lunile aprilie, mai şi iunie a. c. cele 30 cercuri ASIT ce aparţin de secţia de electricitate de la întreprinderile energetice electrotehnice şi telecomunicaţii din capitală şi-au organizat adunările generale.

In cadrul acestora, s-au dezbătut problemele cele mai importante ale întreprinderilor şi industriei din ramurile respective, s-au stabilit metode şi procedee de lucru avansate pentru continua creştere a producţiei şi productivităţii muncii, prin aplicarea celor mai noi cuceriri ale tehnicii.

Cu această ocazie, s-au ales şi noile comitete ale cercurilor, precum şi delegaţii cercurilor pentru conferinţa secţiei de electricitate.

In acelaş scop, în ziua de 27 iunie a.c. a avut loc la sediul Filialei ASIT Bucureşti, conferinţa secţiei de electricitate, organ care coordonează, sprijină şi îndrumează activitatea tehnico-ştiinţifică a cercurilor ASIT din cele trei ramuri industriale menţionate mai sus.

La această conferinţă, condusă de tov. inginer Mihai Munteanu, prim secretar al Filialei Regionale ASIT Bucureşti, au participat Ing. Popa Stoica, locţiitorul ministrului energiei electrice şi industriei electrotehnice, Tudor Constantin, preşedintele Comitetului Central al sindicatului muncitorilor din ramura energiei electrice şi industriei electrotehnice, profesor inginer Leonida Dimitrie, laureat al premiului de stat, profesor inginer Edmond Nicolau de la Institutul Politehnic Bucureşti, etc., precum şi un mare număr de delegaţi şi invitaţi din rîndul inginerilor şi tehnicienilor, energeticienilor şi electricienilor de la intreprinderile industriale şi institutele de proiectări aparţinînd de MEEIE, MPT şi alte ministere.

Darea de seamă cu tema *„Contribuţia şi rolul secţiei de electricitate în introducerea tehnicii noi, organizarea superioară a producţiei şi ridicarea nivelului de pregătire al cadrelor tehnice"* prezentată de Ing. G. Panaitescu, preşedintele secţiei de electricitate din Filiala ASIT — Bucureşti a arătat realizările mai importante ale secţiei în anul 1955 şi prima jumătate a anului 1956.

Astfel, în sectorul *energetic*, prin studii, consfătuiri, schimburi de experienţă, conferinţe, etc., secţia s-a preocupat de problema economisirii energiei electrice, printr-un consum raţional, concomitent cu îmbunătăţirea factorului de putere la întreprinderile industriale, prin metode naturale şi artificiale (condensatori de forţă şi maşini electrice).

Se pot menţiona astfel schimburile de experienţă efectuate la Atelierele CFR Griviţa Roşie cu tema *„Determinarea consumului specific de energie electrică la cuptorul electric de topit oţel de 1,5 tone şi reducerea lui progresivă"* cît şi cel referitor la *îmbunătăţirea factorului de putere* prin aplicarea unui ansamblu de măsuri naturale şi artificiale organizat la Combinatul Poligrafic „Casa Scînteii".

Deasemenea s-a organizat un schimb de experienţă la I.C.P.E.T. şi o conferinţă la Filială în legătură cu *„problemele tehnologiei de fabricaţie a condensatoarelor de forţă în R.P.R."* iar profesor Dr. ing. Cezar Parteni, rectorul Institutului Politehnic din Bucureşti a prezentat un ciclu de 2 conferinţe cu tema *„Compensarea energiei reactive în întreprinderile industriale prin maşini electrice"*.

In sectoarele electrotehnic şi telecomunicaţii secţia a organizat consfătuiri cu cercurile în următoarele probleme: îmbunătăţirea calităţii produselor electrotehnice şi reducerea preţului de cost, mecanizarea lucrărilor pe linii de telecomunicaţii, folosirea lemnului în lucrările de telecomunicaţii şi în construcţia liniilor de transport şi distribuţie, etc.

Prin punerea în aplicare a măsurilor preconizate, cercurile ASIT Teleconstrucţia, Electromontaj Intrepr. nr. 1, Electroaparataj, Electrocablul, etc., au sprijinit efectiv întreprinderile respective la îmbunătăţirea calităţii unor produse şi realizarea de economii însemnate.

Pentru ridicarea nivelului tehnico-profesional al muncitorilor fruntaşi, inginerilor şi tehnicienilor, electricienilor şi energeticienilor, secţia a desfăşurat o activitate susţinută prin conferinţe, informări tehnico-ştiinţifice, cursuri de specializare pentru electricienii instalatori, curs interuzinal pentru electricienii de întreţinere de la întreprinderile industriale, excursii profesionale la fabrici şi uzine, vizite la muzeul Centrului de documentare tehnică al MEEIE şi expoziţii tehnice, schimburi de experienţă în cadrul cărora s-au prezentat produse noi, maşini şi dispozitive perfecţionate, de mare productivitate etc.

Una din lipsurile mai importante în activitatea secţiei a constat în faptul că nu a reuşit să determine cercurile ASIT din MEEIE şi MPT ca acestea să fie colaboratorii principali ai secţiei, în cunoaşterea problemelor mai importante care frămîntă întreprinderile, în găsirea metodelor practice de a fi sprijinite prin cercurile ASIT respective. Deasemenea contactul comitetului secţiei cu unele cercuri ASIT din întreprinderi a fost mai slab, fapt ce s-a resimţit în activitatea acestora.

In discuţiile purtate, la care au luat cuvîntul numeroşi ingineri şi tehnicieni, delegaţi şi invitaţi, s-a scos în evidenţă necesitatea ridicării continue a nivelului tehnico-ştiinţific al cadrelor de ingineri şi tehnicieni pentru cunoaşterea şi însuşirea tehnici noi şi folosirea ei în procesul de producţie.

Profesor Ing. Leonida Dimitrie a subliniat sprijinul ce trebuie să-l dea cercurile ASIT, în paralel, pentru ridicarea calificării muncitorilor şi tehnicienilor pe locurile de producţie şi în special a celor din industria energetică care trebuie să aibă o calificare superioară, avînd în vedere complexitatea instalaţiilor din termo şi hidrocentrale, cît şi răspunderea tehnică pentru asigurarea continuităţii în producerea şi distribuţia energiei electrice.

Ing. Lăzărescu Eugen, energetic şef în MIU, a solicitat ca în programul de activitate al viitorului comitet să fie prevăzută problema îndrumării energeticienilor şi electricienilor de la toate întreprinderile industriale din capitală. Este adevărat că secţia de electricitate s-a ocupat în oarecare măsură de această problemă însă pe viitor trebuie să fie şi mai cuprinzătoare, în special în ceea ce priveşte îmbunătăţirea factorului de putere, aplatisarea curbelor de sarcini reducerea consumurilor specifice de energie. De asemenea revistele ASIT Energetica şi Electrotehnica, trebuie să pună la dispoziţia energeticienilor şi electricienilor din intreprinderi mai mult material care să le servească în activitatea lor practică.

Tov. Ing. Comănescu Toma din Ministerul Petrolului a solicitat ca energeticienii şi electricienii din toate întreprinderile industriale cu sprijinul cercurilor ASIT să depună toate eforturile pentru a pune în aplicare învăţămintele culese în cadrul schimburilor de experienţă, pentru îmbunătăţirea factorului de putere prin mijloace naturale şi măsuri tehnico-organizatorice. Deasemenea a insistat ca aceştia să sprijine măsura luată de Inspecţia Energetică din MEEIE, care a organizat colective pentru a cerceta în unele întreprinderi industriale importante situaţia ameliorării factorului de putere, reducerea consumului de energie electrică, şi aplatisarea curbelor de sarcină.

In continuare vorbitorul a remarcat că, în special, în industria petroliferă nu se va putea obţine o îmbunătăţire a factorului de putere numai prin mijloace naturale şi a solicitat proiectanţilor şi constructorilor de condensatori de forţă şi a maşinilor electrice de compensare a energiei reactive (compensatori sincroni) să grăbească ritmul lucrărilor pentru fabricarea acestora.

Numeroşi vorbitori, printre care Ing. Dulberg C., Ing. Ferester Carol, Ing. Cruceru Const., Ing. Marian Anina etc., au scos în evidenţă rolul deosebit pe care trebu'e să-l îndeplinească cercurile ASIT în îmbunătăţirea calităţii produselor electrotehnice şi ridicarea lor la nivelul produselor celor mai moderne.

Pentru realizarea acestor deziderate, s-a arătat utilitatea unei ample documentări, sub toate aspectele, pînă la contactul direct între întreprinderile din ţară şi cu cele similare din străinătate.

Schimburile de specialişti, pe linie tehnico-ştiinţifică, între ţările care construiesc socialismul, iniţiate în anul 1956, trebuie continuate şi dezvoltate, întrucît s-a dovedit a fi deosebit de folositoare.

Tov. Tudor Constantin, preşedintele Comitetului Central al sindicatului muncitorilor din ramura energiei electrice şi industriei electrotehnice a apreciat activitatea desfăşurată de secţia de electricitate din cadrul Filialei ASIT Bucureşti şi a criticat unele cercuri ASIT din întreprinderi, care au avut o activitate nesatisfăcătoare, ceea ce se datoreşte şi faptului că nu au realizat o colaborare strînsă cu organele sindicale respective. S-a angajat de a urmări şi sprijini activitatea viitorului comitet şi de a-i solicita concursul în soluţionarea problemelor de producţie ce stau în faţa întreprinderilor, pentru îndeplinirea sarcinilor trasate prin Directivele Congresului al II-lea al P.M.R.

După descărcarea vechiului comitet de către delegaţii participanţi la conferinţă, s-a ales noul comitet care întruneşte ingineri, tehnicieni şi energeticieni dintre cei mai activi, cît şi delegaţi la conferinţa Filialei Regionale ASIT Bucureşti. Participaţii la conferinţă au aprobat apoi în unanimitate o rezoluţie, care cuprinde un program concret de muncă şi realizări pentru sectoarele energetic, electrotehnic şi electronic.

Astfel cercurile ASIT din sectorul energetic urmează să studieze: îmbunătăţirea mersului economic în centralele electrice şi reducerea pierderilor în reţele, modernizarea instalaţiilor de distribuţie urbană a energiei electrice, termoficarea industrială şi urbană etc.

Cercurile ASIT din sectorul electrotehnic trebu'e să se preocupe de următoarele probleme: extinderea electrotehnologiei în întreprinderile industriale, introducerea metodelor moderne în tehnica iluminatului, cercetarea şi folosirea materialelor electroizolante moderne, etc.

Pentru cercurile ASIT din sectorul telecomunicaţii s-au prevăzut probleme în legătură cu utilizarea radioreleelor în reţelele de comunicaţii interurbane, folosirea multiplă a circuitelor de telecomunicaţii, etc.

Deasemenea s-au prevăzut probleme comune pentru toate cercurile ASIT din cele 3 sectoare în legătură cu ridicarea productivităţii muncii, reducerea preţului de cost, îmbunătăţirea factorului de putere, etc.

Cuvîntul de închidere a fost rostit de Ing. M. Muntea nu, care a arătat pe de o parte, modul cum cercurile ASIT şi secţia de electricitate urmează să sprijine procesele de producţie şi realizarea planurilor tehnice ale întreprinderilor şi pe de altă parte, importanţa introducerii tehnicii noi şi înţelegerea folosirii ei de către masa de ingineri şi tehnicieni în scopul creşterii producţiei, a productivităţii muncii şi a reducerii preţului de cost, sarcini care s-au trasat prin Directivele Congresului II. P.M.R. privind cel de al II-lea Plan Cincinal.

Ing. G. Panaitescu

NB Pentru cunoaşterea activităţii secţiei de electricitate din Filiala Reg. ASIT Bucureşti, a se vedea Rev. Electrotehnica nr. 5/956.

„REVISTA ENERGETICA", organ al Ministerului Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice şi al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R. P. R. • Redacţia: Bucureşti str. Ion Ghica nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, telefon: 3.57.28 şi 3.07.30. Administraţia şi Casieria Calea Victoriei nr. 118. Raion I. V. Stalin. • Revista este editată de „ASIT" • Abonamentele se primesc la toate oficiile poştale, de la oraşe şi sate prin factorii poştali, la secţiile raionale de Difuzare a Presei şi la *sediul redacţiei din str. Ioan Ghica nr. 3.*

Tarif pentru întreprinderi lei 96 anual; • Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri lei 30 anual; • Preţul unui exemplar 5 lei.

COMITET DE REDACŢIE

Conf. ing. **Ioan D. Stăncescu** redactor responsabil
Conf. ing. **Călin Mihăileanu** redactor resp. adjunct

Ing. **N. Armeneoiu,** conf. ing. **I.A. Badea,** prof. ing. **M. Bercovici,** membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, conf. ing. **E. Constantinescu,** ing. **V. Cozeleiuc,** ing. **P. Dimo,** laureat al Premiului de Stat, prof. ing. **C. Dineuleseu,** membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. Hereseu,** conf. ing. **N. Moldoveanu,** conf. ing. **C. Peneseu,** ing. **P. Vieol,** prof. ing. **I. Vlădea.**

E 2039

KAT

ENERGETICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

8

REVISTA ENERGETICA
1956

SUMAR

pag.

* * * : 23 August 1956 357

Burducea C.: Folosirea hidrogenului pentru răcirea turbogeneratoarelor 358

Colț Gh.: Stabilirea mărimilor de stare ale fluidului în partea divergentă a ajutajului de Laval în cazul variației contrapresiunii 364

Martac D.: Calculul erorii de determinare a pierderilor de energie într-un sistem electric 370

Alexe C.: Calculul variației de tensiune produse de funcționarea cuptoarelor electrice cu arc în rețelele electrice 375

Schapira W., Militaru P.: Contribuții la calculul instalațiilor pentru iluminatul exterior folosind proiectoare și aparate de iluminat montate înclinat 382

Cogălniceanu A. Furman I.: Repartiția optimă între volumele lacurilor de acumulare a două centrale hidroelectrice 388

ENERGETICA PESTE HOTARE 393

DOCUMENTARE 396

RECENZII 404

СОДЕРЖАНИЕ

Стр

* * * 23 Августа 1956 г. 357

К. Бурдуча: Использование водорода для охлаждения турбогенераторов 358

Г. Колц: Расчетный метод рассеивающего сопла при гипотезе колебания противодавления 364

Д. Мартак: Расчет ошибки при определении энергетических потерь в электрической системе 370

К. Алексе: Расчет колебания напряжения, вызванного работой дуговых электропечей в электрических сетях 375

В. Шапиро и *П. Милитару*: К вопросу расчета установок для внешнего освещения, с применением прожекторов и наклонно установленных светильников 382

А. Когальничану и *И. Фурман*: Оптимальное распределение между объемами водохранилищ двух каскадных гидроцентралей . 388

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА 393

ДОКУМЕНТАЦИЯ 396

РЕЦЕНЗИИ 404

SOMMAIRE

Page

* * *: 23 Août 1956 357

Burducea C.: L'utilisation du hydrogène paur le refroidissement des turbogénérateurs . . 358

Colț G.: Méthode de calcul de l'ajoutage divergent dans l'hypothèse de la variation de la contrepression 364

Martac D.: Le calcul de l'erreur de détermination des pertes d'énergie dans un système électrique 370

Alexe C.: Le calcul de la variation de tension produite dans les réseaux électriques par le fonctionnement des fourneaux électriques à arc 375

Schapira W. et *Militaru P.*: Contributions au calcul des installations d'éclairage extérieur qui utilisent des projecteurs et des appareils d'éclairage montés en plan incliné 382

Cogălniceanu A. et *Furman I.*: La meilleure répartition des volumes des lacs d'accumulation de deux hydrocentrales en cascade 388

L'ENERGETIQUE A L'ETRANGER . . . 393

DOCUMENTATION 396

RECENSIONS 404

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

* * *: 23. August 1956 357

Burducea C.: Wasserstoffkühlung von Turbogeneratoren 358

Colț G.: Berechnungsverfahren der Zustandsgrösse im divergenten Teil der auseinanderlaufenden Lavaldüse, bei veränderlcihem Gegendruck 364

Martac D.: Berechnung des Bestimmungsfehlers der Energieverluste in einem elektrischen System 370

Alexe C.: Berechnung der in den elektrischen Netzen durch den Betrieb elektrischer Bogenöfen hervorgerufenen Spannungsänderung 375

Schapira W. und *Militaru P.*: Beiträge zur Berechnung von Aussenbeleuchtungsanlagen bei Verwendung von geneigt montierten Scheinwerfern und Beleuchtungskörpern . . 382

Cogălniceanu A. und *Furman I.*: Die bestmögl chste Verteilung des Rauminhaltes der Stanbecken zweier im Stufen ausgebanten Wasserkraftwerken. 388

DIE ENERGETIK IM AUSLANDE 393

SCHRIFTTUM 396

BUECHERSCHAU 404

E2051

Orvosi Könyvtár TULAJDON

ENERGETICA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacţie

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R.P.R ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul IV ★ 1956 ★ Nr. 8 Redacţia: Bucureşti, str. I. Ghica nr. 3 ★ Tel. 3.07.30 3.57.28

Institut. de Documentare Tehnică BUCUREŞTI OBMEH - CBIRE VYMENA - WYMIANA TAUSCH - CMEHA

23 AUGUST 1956

În condiţiile create de ofensiva armatelor sovietice eliberatoare, cu doisprezece ani în urmă, Partidul Comunist Romîn a organizat şi condus insurecţia armată şi răsturnarea dictaturii fasciste.

Ţara noastră eliberată a ieşit din războiul de jaf şi cotropire antisovietic şi s-a alăturat coaliţiei antihitleriste.

De la actul istoric înfăptuit la 23 August 1944, poporul nostru, a înfăptuit schimbări adînci în viaţa politică şi socială a ţării.

Înfăptuind alianţa dintre clasa muncitoare şi ţărănimea muncitoare, în frunte cu clasa muncitoare, a fost instaurat regimul de democraţie populară, cucerirea cea mai de preţ a poporului şi a fost înfrîntă împotrivirea cercurilor reacţionare.

Dezvoltarea cu precădere a industriei grele şi îndeosebi a industriei constructoare de maşini, a constituit linia directoare a politicii economice a statului nostru. Astfel, au fost create în anii regimului democrat-popular ramuri noi industriale.

Dezvoltarea industriei grele a permis şi creşterea producţiei bunurilor de consum popular.

Măreţul program de construire a economiei socialiste unitare elaborat de cel de al doilea Congres al partidului, pune în faţa muncitorilor, tehnicienilor, inginerilor şi oamenilor de ştiinţă sarcini importante.

Se prevede în cel de al doilea cincinal continuarea cu şi mai mare intensitate a operei de electrificare a ţării. Prin creşterea producţiei de energie electrică se urmăreşte nu numai mărirea nivelului de înzestrare energetică, dar şi folosirea mai accentuată a electricităţii în diversele procese tehnologice.

Se vor construi noi centrale hidroelectrice cu o putere instalată de circa 85 000 kW, se va construi o centrală termoelectrică cu o putere instalată de 100 000 kW, de asemenea vor fi extinse centralele termo- şi hidroelectrice existente. Se va lărgi reţeaua de transport şi distribuţie a energiei electrice, punîndu-se accentul pe tensiuni înalte de 110 şi 35 kV. Vor continua măsurile pentru ameliorarea factorului de putere şi reducerea consumurilor specifice de energie.

Se vor da o amploare mai mare studiilor şi lucrărilor de termoficare industrială şi urbană. Va trebui să se acorde o atenţie deosebită studiilor tehnico-economice pentru amenajarea energetică a apelor.

În scopul ridicării productivităţii muncii în energetică se impune dezvoltarea mecanizării cît şi automatizarea instalaţiilor termoenergetice şi electroenergetice.

La sate, politica statului nostru urmăreşte creşterea necontenită a producţiei agricole, transformarea socialistă a agriculturii.

Preocuparea de bază a statului democrat popular este continua ridicare a bunei stări a maselor populare.

Poporul nostru luptă cu entuziasm pentru traducerea în fapt a planului de dezvoltare a economiei naţionale, avînd convingerea că aceasta este singura cale a creşterii continue a nivelului său de trai material şi cultural.

În condiţiile deosebit de favorabile, create de regimul de democraţie populară, oamenii de ştiinţă aduc o contribuţie din ce în ce mai preţioasă la dezvoltarea ştiinţei şi tehnicei în ţara noastră şi în patrimoniul culturii mondiale.

Principala sarcină care stă actualmente în faţa noastră este concentrarea tuturor eforturilor spre înfăptuirea directivelor şi hotărîrilor celui de al doilea Congres al Partidului Muncitoresc Romîn, pentru făurirea economiei socialiste unitare.

Pe plan mondial, Republica Populară Romînă joacă un rol din ce în ce mai important, crescînd prestigiul ei în viaţa internaţională. Astăzi R.P.R., membră a Organizaţiei Naţiunilor Unite, este un factor activ în acţiunile internaţionale de promovare a păcii şi colaborării între state.

Ţara noastră se mîndreşte că este membră a familiei mari a ţărilor sistemului socialist mondial în frunte cu U.R.S.S.

Oamenii muncii din ţara noastră, privesc cu încredere viitorul, convinşi că prin patriotismul şi ataşamentul lor ferm faţă de politica partidului şi guvernului, vor spori succesele obţinute în cinstea celei de a 12-a aniversări a eliberării patriei.

Folosirea hidrogenului pentru răcirea turbogeneratoarelor

Ing. CORNELIU BURDUCEA

Se examinează problema răcirii turbogeneratoarelor, arătîndu-se avantajele folosirii hidrogenului în comparaţie cu alte fluide. Se indică modul de realizare a răcirii cu hidrogen, precum şi caracteristicele speciale ale exploatării acestor instalaţii.

1. **Consideraţii generale asupra răcirii turbogeneratoarelor.** Ca în orice maşină electrică şi în turbogeneratoare se produc pierderi care determină ridicarea temperaturii înfăşurărilor şi fierului. Randamentul unui turbogenerator trifazic se exprimă prin relaţia :

$$\eta = \frac{\sqrt{3}\,U \cdot I \cdot \cos\varphi}{\sqrt{3}UI\cos\varphi + \Sigma p} \qquad (1)$$

în care :

$\sqrt{3}UI\cos\varphi$ este puterea activă produsă de turbogenerator ;

Σp — suma pierderilor de putere în generator (cupru şi mecanice, în sarcină şi în excitaţie).

Pierderile de putere indicate mai sus produc în timpul t de funcţionare a maşinii o cantitate de căldură, care trebuie evacuată din maşină prin diferite mijloace. În caz contrar, temperatura elementelor componente ale maşinii va creşte nelimitat, producînd distrugerea acestor elemente (conductoare, izolaţie, fier).

Construcţia turbogeneratorului trebuie făcută corespunzător necesităţii de a se evacua întreaga cantitate de căldură care se produce prin pierderi, aşa încît la funcţionarea la sarcină nominală, temperatura să fie staţionară la o valoare cel mult egală cu temperatura maximă admisibilă pentru izolaţia înfăşurărilor.

Pentru turbogeneratoarele mici şi mijlocii (pînă la circa 50 MVA), fluidul care transportă căldura din interiorul maşinii la corpurile de răcire este aerul.

Transmiterea căldurii de la sursele care o produc, la fluidul de răcire, este posibilă în condiţii acceptabile, pentru turbogeneratoarele amintite, în cadrul sistemelor de ventilaţie secţionate şi în mod particular, în cadrul sistemului de ventilaţie cu secţionare transversală şi avînd ventilatoare la ambele capete ale rotorului turbogeneratorului.

Acest sistem este obligatoriu la maşinile lungi, deoarece altfel aerul încălzindu-se pe măsură ce înaintează prin intrefer şi prin canalele de ventilaţie, nu mai poate răci suficient partea mijlocie a statorului turbogeneratorului. În acest caz, aspectul isotermelor θ_{Cu}, θ_{Fe} şi θ_{aer} este cel din fig. 1.

În cazul ventilaţiei cu secţionare transversală, statorul turbogeneratorului este prevăzut cu canale speciale care dirijează aerul rece uniform de-a lungul lui.

Transmiterea căldurii de la sursele care o produc, la fluidul de răcire (avînd în vedere că potenţialul termic al acestuia este mai mic decît al surselor), se face prin conductibilitate,

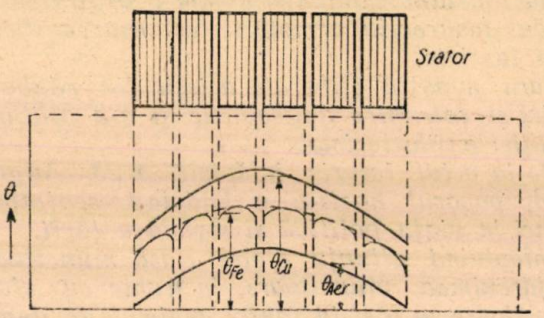


Fig. 1 Izotermele θ_{Cu} θ_{Fe} θ_{aer} la un turbogenerator cu ventilaţie bilaterală nesecţionată.

prin convecţie şi în mai mică măsură prin radiaţie.

Transmiterea căldurii din conductorul de cupru prin izolaţie, ca şi transmiterea căldurii de la izolaţie, parţial la tolele de fier, precum şi în interiorul acestora către periferia lor, se face prin conductibilitate.

În cazul corpurilor omogene, gradientul termic (căderea de temperatură pe unitatea de lungime prin conductibilitate) în direcţia de curgere a căldurii în ipoteza lipsei de scăpări de căldură prin feţele laterale este constant şi are valoarea :

$$\text{grad}\ \theta = \frac{\theta_n - \theta_a}{\beta} \qquad (2)$$

în care :

θ_n este temperatura corpului cald ;
θ_a — temperatura corpului rece ;
β — grosimea peretelui prin care trece căldura.

În cazul cînd peretele — izolaţia în cazul conductorului — este format din mai multe straturi, atunci gradientul termic este variabil de la strat la strat.

Cantitatea de căldură care se transmite prin suprafaţa S a peretelui, care are o conductibilitate λ, este în unitate de timp :

$$Q'_e = -\lambda S(\theta_n - \theta_a)\frac{1}{\beta} = -\lambda S\ \text{grad}\ \theta. \qquad (3)$$

Transmiterea căldurii de la suprafaţa laterală a izolaţiei conductorului, ca şi de la suprafaţa fierului la aer, se face prin convecţie şi prin radiaţie. Transmisia prin convecţie este cea mai importantă deoarece aerul trece prin canalele de ventilaţie (radiale şi axiale) cu viteze de circa 10 — 16 m/s.

În calculele termice ale maşinilor electrice se poate admite, cu suficientă aproximaţie, că transmiterea căldurii de la suprafeţele amintite, la fluidul de răcire, este proporţională cu puterea întîi a diferenţei de temperatură între suprafaţă şi fluid.

Cantitatea de căldură ce se transmite în unitatea de timp, este exprimată prin relaţia:

$$Q_c'' = \alpha \cdot S_c(\theta - \theta_a) \qquad (4)$$

în care:

α este coeficientul de transmitere a căldurii;
S_c — suprafaţa care transmite căldura;
θ — temperatura suprafeţei;
θ_a — temperatura fluidului de răcire;

Coeficientul de transmitere α creşte cu creşterea vitezei fluidului de răcire şi poate fi stabilit experimental.

În turbogeneratoare, fluidul de răcire circulă prin canale. Utilizarea fluidului de răcire pentru scopul propus, adică evacuarea cea mai eficace a căldurii din turbogenerator, depinde de o serie de factori care pot fi cunoscuţi constructorului maşini cu ajutorul teoriei curgerii fluidelor prin canale şi cu ajutorul teoriei transmiterii căldurii prin curenţi de fluide.

Construcţia unui nou turbogenerator impune verificarea condiţiilor de răcire, în prealabil, cu ajutorul unui model similar cu turbogeneratorul precedent.

Teoria similitudinii este întrebuinţată curent pentru determinarea diferiţilor factori care influenţează evacuarea căldurii din turbogeneratoarele ce se construiesc.

Atît curgerea fluidelor prin canale, cît şi transmiterea căldurii prin curenţi de fluide, sînt caracterizate prin numere fără dimensiuni, care rezultă de fapt din identificarea ecuaţiilor caracteristice curgerii şi transmiterii căldurii, în cazul real şi în cazul modelului.

Aşa de exemplu, curgerea unei vîne fluide este caracterizată de numărul lui Reynolds (Re) şi de condiţiile la limită, sau de numărul lui Euler (Eu) şi de condiţiile la limită.

Numărul Reynolds

$$\mathrm{Re} = w \cdot d/\nu. \qquad (5)$$

Numărul Euler

$$\mathrm{Eu} = p/\rho \cdot w^2 \qquad (6)$$

Numerile lui Reynolds şi Euler sînt legate prin relaţia:

$$\mathrm{Eu} = f\,(\mathrm{Re}). \qquad (7)$$

în care:

w este viteza medie a fluidului;
d — diametrul hidraulic al canalului de curgere;
ν — vîscozitatea cinematică a fluidului;
p — presiunea fluidului în canal.

Numărul Re caracterizează curgerea fluidului în canal şi anume, pentru anumite valori ale numărului Re curgerea este laminară, iar pentru alte valori curgerea este turbulentă. Numărul Re de la care curgerea devine turbulentă se numeşte Re critic şi are valoarea $\mathrm{Re}_{crit.} = 2\,300$. Viteza w pentru Re_{crit} se numeşte viteza critică $w_{crit.}$

Pe baza teoriei similitudinii, două vîne fluide sînt asemenea din punct de vedere hidrodinamic, dacă au aceleaşi condiţii la limită şi acelaşi număr al lui Reynolds.

Numărul Re este deosebit de important şi pentru transmiterea căldurii, deoarece în regim turbulent al fluidului de răcire, cantitatea de căldură ce se evacuează este mai mare decît în regim laminar.

Numărul Reynolds creşte cu creşterea presiunii fluidului de răcire, deoarece vîscozitatea cinematică ν a fluidului scade cu creşterea presiunii fluidului de răcire.

În adevăr:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} = \frac{\eta g}{\gamma} \qquad (8)$$

în care:

η este viscozitatea dinamică a fluidului de răcire;
g — acceleraţia gravitaţiei;
γ — greutatea specifică a fluidului de răcire.

Rezultă din relaţia (8), că odată cu creşterea presiunii fluidului de răcire, creşte γ, scade ν şi deci Re creşte. Viscozitatea dinamică a fluidului se exteriorizează prin tensiunile interne ce apar în fluidul în mişcare. Pe baza relaţiei lui Newton, tensiunea internă a unei particule elementare de fluid ce se mişcă cu viteza w, la distanţa y, perpendiculară pe direcţia mişcării, este:

$$\tau = \eta \frac{dw}{dy} \qquad (9)$$

Analog în cazul transmiterii căldurii prin vîne fluide, intervin numerele caracteristice mai importante:

Numărul lui Nusselt

$$\mathrm{Nu} = \alpha \cdot d/\lambda \qquad (10)$$

Numărul lui Prandtl

$$\mathrm{Pr} = \eta \cdot g \cdot c_p/\lambda \qquad (11)$$

în care :

α este coeficientul de transmitere a căldurii de la suprafața canalului, la fluidul de răcire ;
d — diametrul hidraulic al canalului de răcire ;
λ — conductibilitatea termică a fluidului de răcire ;
c_p — căldura specifică a fluidului de răcire, la presiune constantă.

Numărul lui Prandtl Pr are un domeniu de variație limitat și anume de la 0,67 pentru gaze monoatomice, pînă la 1,00 pentru gaze tetraatomice.

Numărul lui Nusselt conține coeficientul de transmitere a căldurii α care trebuie determinat. Numărul Nu se mai poate scrie :

$$\mathrm{Nu} = f\,(\mathrm{Re},\ \mathrm{Pr},\ d/l) \qquad (12)$$

Pe baza cercetărilor experimentale s-au stabilit relații pentru valoarea coeficientului α și anume :

$$\alpha = 0{,}04 \left(\frac{\lambda}{d}\right)^{0{,}25} (\gamma \cdot w \cdot c_p)^{0{,}75} \qquad (13)$$

sau :

$$\alpha = 0{,}0262 \left(\frac{\lambda}{d}\right)^{0{,}2} (\gamma \cdot w \cdot c_p)^{0{,}8} \qquad (14)$$

sau :

$$\alpha = \xi \cdot c_p \cdot w \cdot \gamma \cdot \frac{1}{Pr^{0{,}66}} \qquad (15)$$

în care :

$$\xi = 0{,}021 \frac{1}{Re^{0{,}2}} .$$

Elementele teoretice expuse mai sus reprezintă considerații generale asupra problemei evacuării căldurii produse în turbogenerator cu ajutorul unui fluid de răcire care circulă prin canalele de ventilație ale acestuia, fără însă a analiza caracteristicile fluidului de răcire.

În cele ce urmează se vor arăta caracteristicile aerului și hidrogenului, în special ca fluide de răcire, precum și efectele comparate ale acestor fluide întrebuințate pentru evacuarea căldurii din turbogeneratoare. Este necesar să se amintească și de caracteristicile bioxidului de carbon CO_2, care servește ca element de spălare a interiorului turbogeneratorului de aer sau de hidrogen, pentru a evita amestecul hidrogenului cu aerul, care devine explosiv pentru anumite proporții a celor două gaze.

2. Caracteristicele hidrogenului ca fluid de răcire.

Hidrogenul a început să fie întrebuințat ca fluid de răcire la mașini electrice începînd cu anul 1925. La început s-a folosit în special la compensatoarele sincrone mari deoarece acestea pot fi închise complet în carcase etanșe, neavînd legături mecanice cu alte mașini.

În tabela 1 sînt înscrise mărimile caracteristice ale hidrogenului, aerului și bioxidului de carbon.

Mărimile caracteristice ale celor trei gaze din tabelă au fost precizate din punct de vedere mecanic, termic, electric și chimic, adică din punctele de vedere care stau la baza considerațiilor asupra fluidelor de răcire în turbogeneratoare.

Proprietățile mecanice ale hidrogenului. După cum rezultă din tabela 1, în condiții egale de

Tabela 1

Nr. crt.		Mărimea	Aer uscat	Hidrogen (H_2)	Bioxid de carbon (CO_2)	Unitatea de măsură
1	Mecanic	Greutatea specifică γ	1,2928	0,08987	1,9768	kg/Nm³
2		Viscozitatea cinematică υ la 60°C 1 ata	19.10^{-6}	126.10^{-2}	10^{-7}	m²/s
3	Termic	Conductibilitatea termică λ la 20°C	0,61	4,45	0,38	$\frac{\text{cal}}{\text{cm.s.°C}}$
4		Căldura specifică pe unitatea de volum c_p	0,31	0,307	0,4	$\frac{\text{k cal}}{\text{Nm}^3\text{.°C}}$
5		Raportul coeficienților de transmitere α/α_{aer} la $W = 2$ m/s	1,0	1,5	1,12	—
6	Electric	Raportul tensiunilor de străpungere, față de aer uscat	1,0	0,6	—	—
7	Chimic	Posibilitatea de ardere	nu	da	nu	—
8		Limitele amestecului exploziv cu aerul la presiune normală	—	4,1 — 75 % H_2 în aer.	—	—
9		Acțiunea chimică asupra izolației și asupra fierului	oxidare	—	—	—

presiune şi temperatură, greutatea specifică a hidrogenului este de 14,4 ori mai mică decît greutatea specifică a aerului. Această calitate determină micşorarea pierderilor de ventilaţie şi pierderilor de frecare, faţă de aer. Într-adevăr, căldura specifică pe unitatea de volum a hidrogenului fiind aproximativ egală cu aceea a aerului, rezultă că aceleaşi cantităţi volumetrice de aer şi de hidrogen evacuează aproximativ aceeaşi cantitate de căldură. Hidrogenul fiind însă mai uşor, puterea absorbită de ventilatoarele turbogeneratorului va fi corespunzător mai mică. În exploatare normală, puritatea hidrogenului fiind 97,5 — 98% şi suprapresiunea lui de 350 mm H_2O, rezultă aşa dar raportul greutăţilor specifice, aproximativ 1/10,5.

Puterea ventilatorului este :

$$N = \frac{V \cdot \Delta p}{102\ \eta_v}\ kW \qquad (16)$$

în care :

V este debitul volumetric în unitatea de timp, m^3/s ;
η_v — randamentul ventilatorului ;
Δp — presiunea creată de ventilator, în kg/m^2.

Pentru ventilatoarele axiale, presiunea creată este :

$$\Delta_p = \psi \cdot \gamma \cdot \frac{u^2}{2g}\ kg/m^2 \qquad (17)$$

în care :

ψ este cifra de presiune (aproximativ aceeaşi pentru hidrogen şi pentru aer) ;
u — viteza periferică a paletelor ventilatorului, în m/s ;
γ — greutatea specifică în kg/m^3 ;
g — acceleraţia gravitaţiei în m/s^2.

După cum rezultă din relaţiile (16) şi (17), puterea ventilatorului în cazul hidrogenului este în exploatarea normală de aproximativ 10 ori mai mică decît în cazul aerului.

Pierderile de ventilaţie pentru diferite procente ale purităţii hidrogenului, se pot exprima prin relaţia :

$$P_H = P_a\left(\frac{a}{1\,440} + \frac{b}{100}\right) \qquad (18)$$

în care :

P_H — pierderile prin ventilaţie, în cazul hidrogenului ;
P_a — pierderile de ventilaţie în cazul aerului ;
a — puritatea hidrogenului în % ;
b — cantitatea de aer în amestec, în %.

Relaţia (18) se mai poate scrie :

$$\frac{P_H}{P_a} \cdot 100 = \frac{a}{14{,}4} + b \qquad (19)$$

În fig. 2 sînt reprezentate rapoartele $\frac{P_H}{100}$ 100 şi $\frac{P_a}{P_H}$ în funcţie de puritatea hidrogenului în turbogenerator.

În cazul hidrogenului pur (100%), pierderile prin ventilaţie sînt 6,95% din pierderile prin ventilaţie în cazul aerului.

Pierderile prin frecarea rotorului turbogeneratorului în fluidul de răcire sînt dependente în special de viscozitatea cinematică a fluidului. Aceste pierderi se determină experimental

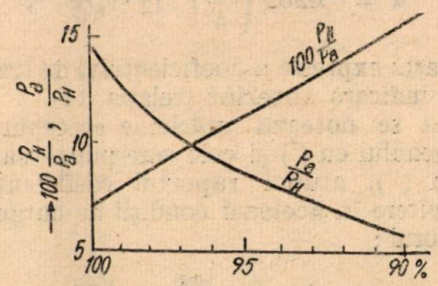


Fig. 2. Variaţia pierderilor prin ventilaţie în cazul variaţiei purităţii hidrogenului.

prin învîrtirea rotorului fără ventilatoare în fluidul de răcire. Viscozitatea cinematică a hidrogenului este de aproximativ 7 ori mai mare decît a aerului.

În exploatare normală, pierderile prin frecare, în cazul hidrogenului la suprapresiunea de 350 mm H_2O sînt de aproximativ 9 ori mai mici decît în cazul frecării în aer.

Pentru turbogeneratoarele construite, suma pierderilor prin ventilaţie şi frecări în cazul întrebuinţării hidrogenului ca element de răcire, sînt de aproximativ 11,5 ori mai mici decît în cazul întrebuinţării aerului. Aceste pierderi, fiind importante faţă de celelalte pierderi ale turbogeneratorului, întrebuinţarea hidrogenului conduce la o îmbunătăţire apreciabilă a randamentului maşinii, mai ales în domeniul sarcinilor reduse, deoarece în acest domeniu ponderea pierderilor prin frecări şi ventilaţie creşte, deoarece aceste pierderi sînt constante cu sarcina.

Proprietăţile termice ale hidrogenului. Conductibilitatea termică a hidrogenului la 20°C este de 7,1 ori mai mare decît conductibilitatea termică a aerului. Acest fapt favorizează transmiterea căldurii din conductor şi fier prin straturile subţiri de hidrogen ce se găsesc în izolaţie şi între tole.

Calităţile fizice ale fluidelor întrebuinţate la răcire pot fi înglobate în ecuaţia fundamentală care exprimă efectele lor de răcire în domeniul mişcării lor turbulente

$$Nu = 0{,}023\ (Re)^{0.8}\ (Pr)^{0.4}. \qquad (20)$$

In cazul gazelor diatomice, respectiv al hidrogenului, numărul lui Prandtl este :

$$Pr = \nu \cdot c_p \cdot \gamma/\lambda = 0{,}72 \qquad (21)$$

şi ecuaţia fundamentală devine :

$$Nu = 0{,}0202\left(\frac{w.d.c_p.\gamma}{0{,}72.\lambda}\right)^{0.8}. \qquad (22)$$

Inlocuind Nu cu expresia lui, se obţine:

$$\frac{\alpha \cdot d}{\lambda} = 0{,}0202 \left(\frac{w.d.c_p.\gamma}{0{,}72.\lambda} \right)^{0{,}8}$$

şi coeficientul α este:

$$\alpha = 0{,}0262 \left(\frac{\lambda}{d} \right)^{0{,}2} (\gamma \cdot c_p \cdot w)^{0{,}8}.$$

Această expresie a coeficientului de transmisie a fost indicată anterior (relaţia 14).

Dacă se notează mărimile corespunzătoare hidrogenului cu (') şi cele corespunzătoare aerului cu (''), atunci raportul coeficienţilor de transmitere în aceleaşi condiţii de curgere, este următorul:

$$\frac{\alpha'}{\alpha''} = \left(\frac{\lambda'}{\lambda''} \right)^{0{,}2} \left(\frac{c_p' \cdot \gamma'}{c_p'' \cdot \gamma''} \right)^{0{,}8}$$

Rezultă deci pentru starea normală

$$\alpha' = \alpha'' \cdot (6{,}9)^{0.2} \cdot (0{,}94)^{0.8} = 1.4 \cdot \alpha'' \qquad (23)$$

Pierderile de căldură fiind aceleaşi, rezultă că temperatura, în cazul întrebuinţării hidrogenului în locul aerului, va fi cu 28,5% mai mică ceea ce permite creşterea puterii maşinii. Pentru aceasta este însă necesar ca curgerea gazului să fie turbulentă, adică

$$\mathrm{Re} \geqq 2\,300$$

iar viteza curgerii, trebuie să depăşească viteza critică:

$$w_{crit} = 2300 \; \nu/d. \qquad (24)$$

Raportul vitezelor critice este:

$$\frac{W'_{crit}}{W''_{crit}} = \frac{\nu'}{\nu''} \text{ şi } W'_{crit} = 7 \cdot W''_{crit}$$

Pentru un canal de ventilaţie, care are diametrul hidraulic $d = 2$ cm, viteza critică a aerului într-un asemenea canal este la temperatura de 60°C:

$$w''_{crit} = \frac{2300.1{,}90.10^{-5}}{0{,}02} = 2{,}18 \text{ m/s}$$

iar pentru hidrogen în acelaşi canal este:

$$w'_{crit} = \frac{2300.12{,}6.10^{-5}}{0{,}02} = 14{,}49 \text{ m/s}.$$

In cazul cînd viteza de curgere este apropiată de viteza critică, rezultă că în întrefier mişcarea este turbulentă — însă în anumite porţiuni ale canalelor de ventilaţie viteza de curgere se micşorează, putînd scădea sub valoarea vitezei critice. In acest caz, hidrogenul răceşte mai bine rotorul decît statorul.

S-au făcut numeroase experienţe asupra hidrogenului ca fluid de răcire în comparaţie cu aerul. In diagramele ce urmează se reprezintă elementele caracteristice mai importante obţinute prin aceste experienţe.

In fig. 3 este reprezentată variaţia numărului Re în funcţie de viteza de curgere a fluidului

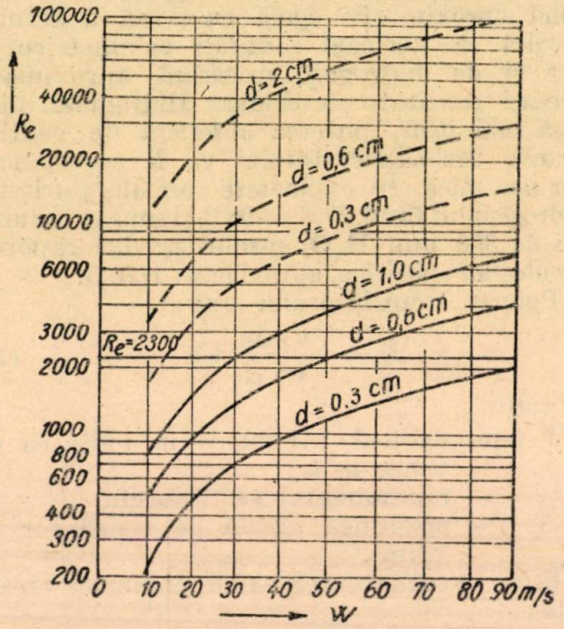


Fig. 3. Numărul Re pentru aer şi hidrogen pentru diferite diametre ale conductei (la presiunea atmosferică)
—— aer; — — — hidrogen.

de răcire (hidrogen şi aer) pentru diferite diametre ale conductei de curgere.

Din figură rezultă că la hidrogen curgerea devine turbulentă pentru $w = 50$ m/s şi diametrul conductei de curgere $d = 0{,}6$ cm, iar la aer curgerea devine turbulentă pentru $w = 14$ m/s şi diametrul conductei de curgere

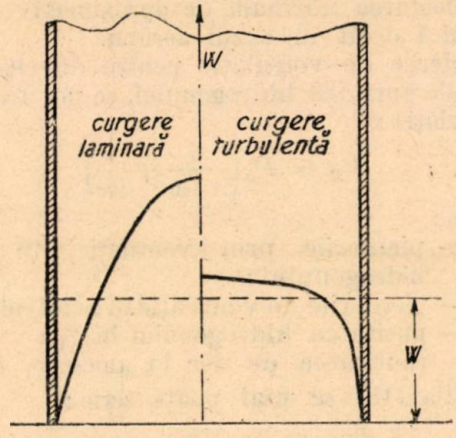


Fig. 4. Variaţia vitezei într-o conductă la curgerea laminară şi la curgerea turbulentă.

$d = 0{,}3$ cm (pentru diametrul $d = 0{,}6$ cm curgerea devine turbulentă pentru $w = 7$ m/s).

In fig. 4 se indică variaţia vitezei la curgerea laminară şi turbulentă.

Pierderea de presiune în conductă este:

$$\Delta p_c = f(\mathrm{Re}) \cdot \frac{\rho . w^2}{2} \cdot \frac{l}{d} \qquad (25)$$

In fig. 5 este reprezentată variaţia coeficientului de transmitere a căldurii α pentru hidrogen şi pentru aer, în funcţie de presiunea pentru anumite viteze de curgere.

Valorile coeficientului α, reprezentate în fig. 5 sînt stabilite experimental, pe bază de măsurători.

Coeficientul de transmitere a căldurii α creşte cu viteza de curgere şi cu presiunea, atît pentru

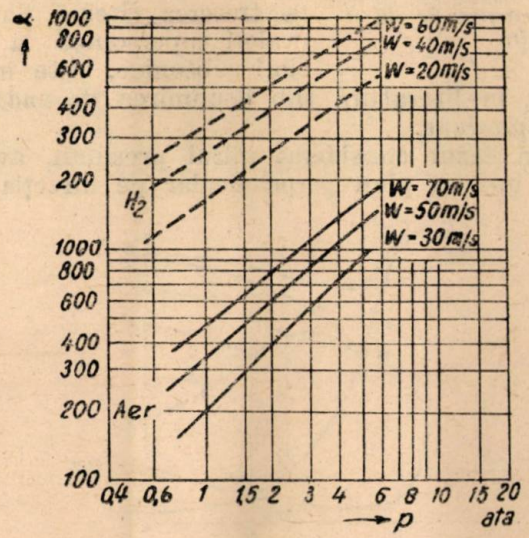


Fig. 5. Variaţia coeficientului de transmitere a căldurii α (pentru hidrogen şi aer) în funcţie de presiune.

hidrogen cît şi pentru aer. Rezultă că răcirea turbogeneratorului devine mai intensă odată cu creşterea presiunii şi vitezei fluidului de răcire.

Numărul lui Nusselt creşte de asemenea cu creşterea presiunii şi vitezei fluidului de răcire.

In concluzie mărirea vitezei de curgere a fluidului de răcire şi a presiunii, determină mărirea numărului Nu, numărului Re şi a coeficientului α de transmitere a căldurii, ceea ce înseamnă de fapt mărirea gradului de răcire a turboalternatorului.

Proprietăţile electrice ale hidrogenului. Din tabela 1 rezultă că raportul tensiunilor de străpungere în cazul hidrogenului şi în cazul aerului uscat este de 0,6, ceea ce înseamnă că hidrogenul nu este un dielectric la fel de bun ca aerul. Efectul corona apare la înfăşurările răcite cu hidrogen, pentru o tensiune egală cu 60% din tensiunea pentru care apare acest fenomen în cazul înfăşurărilor răcite cu aer în aceleaşi condiţii. Totuşi acest fapt nu este dăunător în cazul folosirii hidrogenului. In cazul folosirii aerului, în prezenţa umezelii existente în aer, fenomenul corona produce ozon, care cu azotul din aer dă naştere nitraţilor.

Aceştia atacă şi distrug hîrtia izolaţiei. Deoarece în atmosfera de hidrogen, nu este posibilă formarea nitraţilor, izolaţia înfăşurărilor se conservă foarte bine, ea putînd fi mai subţire decît în cazul folosirii aerului.

Proprietăţile chimice ale hidrogenului. Hidrogenul, prin ardere, dezvoltă o importantă cantitate de căldură. Impreună cu aerul (cu oxigenul) produce un amestec exploziv, cînd în amestec hidrogenul este în cantităţi cuprinse între 4,1% şi 75% din conţinutul amestecului, la o suprapresiune de 350 mm coloană de apă.

In exploatarea turbogeneratoarelor răcite cu hidrogen se urmăreşte deosebit de atent puritatea hidrogenului în circuitul de răcire.

In condiţiile indicate pentru amestecul exploziv, presiunea ce se dezvoltă în cadrul explozei atinge valoarea de aproximativ 7 ata. Pentru a preîntîmpina distrugerea turbogeneratorului, carcasa în care se găseşte statorul maşinii se dimensionează pentru a suporta în bune condiţii presiunea de 11 ata.

Pericolul de explozie se micşorează în cazul cînd în circuitul hidrogenului presiunea este sub presiunea atmosferică. La presiunea de 0,3 ata, pericolul de explozie este înlăturat. Ţinînd seama de acest fapt, scoaterea sau introducerea hidrogenului în circuit se poate face numai cu aer, în vid, eliminîndu-se astfel gazul intermediar de spălare CO_2.

Hidrogenul se comportă, în cazul apariţiei arcului electric în turbogenerator, ca şi bioxidul de carbon, acest fapt constituind încă un motiv pentru întrebuinţarea hidrogenului ca mijloc de răcire.

Prin întrebuinţarea hidrogenului se evită formarea oxidului de fier pe tolele turbogeneratorului.

(Continuarea în numărul următor)

Stabilirea mărimilor de stare ale fluidului în partea divergentă a ajutajului de Laval în cazul variaţiei contrapresiunii

Ing. Gh. COLŢ

In acest articol) se expune metoda de determinare pe baza formulelor termodinamice a valorilor mărimilor de stare ale fluidelor compresibile în partea divergentă a ajutajului de Laval atunci cînd variază contrapresiunea. Se dă şi un exemplu numeric.*

Experimental s-a cercetat pînă în prezent influenţa variaţiei presiunii la ieşirea dintr-un ajutaj de Laval, presiunea la intrare fiind păstrată constantă, asupra mărimilor de stare ale fluidului compresibil de-a lungul părţii divergente a acestuia.

Scăderea contrapresiunii la ieşirea din ajutaj, sub valoarea pentru care a fost calculat, nu influenţează curgerea fluidului în ajutaj. Păstrîndu-se neschimbate condiţiile de curgere în secţiunea minimă a ajutajului, rezultă că debitul acestuia rămîne constant şi egal cu cel critic.

Mărirea contrapresiunii, peste valoarea de calcul, atrage după sine schimbarea condiţiilor de curgere a fluidului în partea divergentă a ajutajului. Astfel, variază presiunea în lungul axei ajutajului, ceea ce poate conduce în anumite cazuri, chiar la micşorarea debitului de curgere prin ajutaj.

Determinarea analitică a mărimilor de stare ale fluidului

Se consideră un ajutaj convergent-divergent de Laval, dimensionat să funcţioneze între presiunea la intrare P_0 şi contrapresiunea P_{10} (fig. 1).

Mărirea contrapresiunii de la P_{10} la P_1, conduce la stabilirea unei secţiuni în partea divergentă a ajutajului (a—a), pînă la care curgerea fluidului este normală şi de la care înainte apare o perturbaţie în mărimile fluidului.

In prima parte a porţiunii divergente a ajutajului, cuprinsă între secţiunea minimă şi secţiunea a—a, viteza fluidului va fi supersonică. In secţiunea a—a se stabileşte o presiune P', mai mică decît contrapresiunea ajutajului P_1 şi o viteză C' mai mare decît cea la ieşire (C_1). In aceeaşi secţiune $a-a$ are loc simultan cu creşterea presiunii de la P' la P'' şi scăderea vitezei fluidului de la C' la C''. (C'' mai mică decît viteza sunetului a) şi a volumului specific de la v' la v''.

Rezultă deci că în dreptul secţiunii $a-a$ lucru confirmat şi prin date experimentale [1] are loc o schimbare bruscă a presiunii, a volumului specific şi a vitezei de curgere a fluidului.

Această discontinuitate de curgere, caracterizată printr-un salt de presiune şi trecerea vitezei de la valori supersonice la valori subsonice, este întîlnită în literatură sub denumirea de *undă de compresiune.*

In cazul considerat saltul presiunii, avînd loc într-un plan perpendicular pe direcţia de curgere, i se dă denumirea de *undă de compresiune directă.*

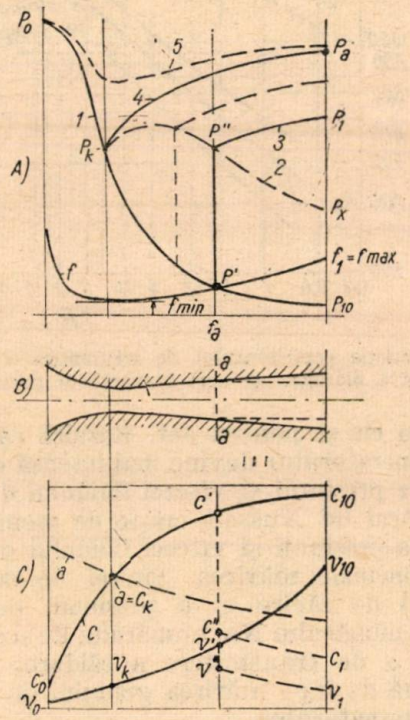


Fig. 1. Variaţia presiunii vitezei şi volumului specific în lungul unui ajutaj convergent:
A — variaţia presiunilor (P) şi-a secţiunii (f); *B* — secţiune prin ajutaj; *C* — variaţia vitezei fluidului (C), vitezei sunetului (a) şi a volumului specific (v).

Pentru stabilirea unor relaţii din care să rezulte variaţia mărimilor care intervin în cazul *undei de compresiune*, se iau ca bază ecuaţiile termodinamice ale gazelor perfecte, scriindu-se ecuaţiile (1—9) de mai jos.

Relaţia dintre vitezele fluidului pînă în dreptul undei de compresiune (C'), după aceasta (C'') şi viteza critică (C_k) este dată în relaţia:

$$C' C'' = C_k^2. \qquad (1$$

*) Articol întocmit pe baza lucrării făcute în cadrul cercurilor ştiinţifice studenţeşti din Institutul Energetic V. I. Lenin din oraşul Ivanovo U.R.S.S. sub conducerea prof. A. G. Kromov.

Intre variațiile de presiune și de masă, suferite de fluid în procesul de compresiune al undei se stabilește relația :

$$\frac{\rho''}{\rho} = \frac{\frac{\varkappa+1}{\varkappa-1} + \frac{P'}{P''}}{1 + \frac{\varkappa+1}{\varkappa-1}\frac{P'}{P''}} \qquad (2)$$

unde :

$\varkappa$ este exponent adiabatic, egal cu raportul căldurilor specifice la presiune constantă și volum constant ;
P', P'' — presiunea fluidului, înainte și după undă, în ata ;
ρ' ρ'' — masa specifică a fluidului, inainte și după undă în kg S^2/m^4.

Intre masa specifică (ρ) greutatea specifică (γ) respectiv volumul specific (v) și accelerația gravitației (g) există relația :

$$\rho = \gamma/g = 1/v \cdot g.$$

Condiția de continuitate a curgerii fluidului prin secțiunile înainte și după *undă*, ca și prin cea maximă, dacă se notează cu (G) debitul fluidului în kg/s, se exprimă prin relațiile :

$$G \cdot v' = f_a \cdot C' \qquad (3)$$

$$G \cdot v'' = f_a \cdot C'' \qquad (4)$$

$$G \cdot v_1 = f_{max} C_1. \qquad (5)$$

Păstrînd notațiile anterioare și notînd cu P_0, v_0 parametrii fluidului la intrarea în ajutajul de Laval și cu P_1, v_1 presiunea, respectiv volumul la ieșirea din ajutaj, se scriu cele două ecuații de mai jos pentru transformarea adiabatică a fluidului la stînga și dreapta secțiunii *undei de compresiune* :

$$P_0 \cdot v_0^{\varkappa} = P' \cdot v'^{\varkappa} \qquad (6)$$

$$P'' \cdot v''^{\varkappa} = P_1 \cdot v_1^{\varkappa}. \qquad (7)$$

Scriind ecuațiile de transformare a energiei cinetice în energie potențială în porțiunile dinaintea secțiunii *undei de compresiune* și după aceasta, se obțin ecuațiile :

$$\frac{C'^2 - C_0^2}{2g} = \frac{\varkappa}{\varkappa-1} \cdot P_0 \cdot v_0 \left[1 - \left(\frac{P'}{P_0}\right)^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}\right], \qquad (8)$$

$$\frac{C''^2 - C_1^2}{2g} = \frac{\varkappa}{\varkappa-1} \cdot P_1 \cdot v_1 \left[1 - \left(\frac{P''}{P_1}\right)^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}\right]. \qquad (9)$$

Prin rezolvarea sistemului format din cele nouă ecuații de mai sus presupunîndu-se cunoscute dimensiunile ajutajului și parametrii inițiali ai gazului perfect, se poate determina analitic pentru diferite contrapresiuni secțiunea f_a la care are loc *unda de compresiune* precum și vitezele C', C'' și C_1, presiunile P' și P'' și volumele specifice v', v'' și v_1 ale fluidului înainte, după undă și la ieșirea din ajutaj.

Rezolvarea analitică a acestor nouă ecuații este foarte laborioasă. Din acest motiv se preconizează folosirea unei metode grafo-analitice.

Stabilirea prin metoda grafo-analitică, a mărimilor de stare a fluidului

Pentru rezolvarea sistemului de nouă ecuații se procedează în felul următor.

a) Dînd diferite valori secțiunii ajutajului f_a se determină din ecuațiile (3), (6) și (8) mărimile P', C' și v', care caracterizează starea fluidului înaintea *undei de compresiune*.

In fig. 1 se trasează curbele de variație ale presiunii P' (curba *1*), vitezei C (curba C_0 — — C' — C_{10}) și volumului specific v (curba v_0 — v' — v_{10}).

b) Pentru aceleași valori ale secțiunii f_a, se determină ecuațiile (1), (2) și (4) mărimile fluidului după *undă*. Din ecuația (1) rezultă C'', din (4) v'' iar din (2) se deduce variația lui P'' (curba *2* din fig. 1).

c) Din ecuația (5) se determină analitic variația volumului specific v_1 la ieșirea din ajutaj.

d) Rezolvarea ecuației (9) se face prin înlocuirea în aceasta a lui P'' cu valori date de curba *2* fig. 1 și prin introducerea diferitelor valori pentru presiunea P_1, pînă cînd se stabilește egalitatea între ambii membri ai ecuației considerate. Această operație se poate executa grafic după cum se indică în exemplul numeric următor :

e) Dînd diferite valori pentru f_a se rezolvă grafic ecuațiile (5), (7) și (9), obținîndu-se variația presiunii după undă pînă la ieșirea din ajutaj, reprezentată grafic prin curba *3* din fig. 1.

Folosind metoda indicată mai sus se poate determina mărimea contrapresiunii P_a astfel încît unda de compresiune să se stabilească în dreptul secțiunii minime a ajutajului. Pentru toate valorile contrapresiunii mai mici decît P_a, se stabilește prin ajutaj debitul critic.

Depășirea valorii presiunii P_a, atrage după sine micșorarea debitului ajutajului sub valoarea critică, întrucît viteza fluidului scade sub cea critică în tot lungul ajutajului. In fig. 1—*A*, curba *5* reprezintă variația presiunii de-a lungul axei ajutajului în cazul contrapresiunii $P_1 > P_a$.

Prin metoda indicată mai sus s-a stabilit valoarea lui P_a cu care se poate determina raportul critic maxim al presiunilor.

$$\beta_a = P_a/P_0$$

unde :

β_a este raportul critic maxim ;
P_a — contrapresiunea max mă pînă la care debitul ajutajului este cel critic, în ata ;
P_0 — presiunea la intrare în ajutaj în ata.

Acest raport critic β_a este dat în literatură prin ecuația empirică a lui Forner:

$$\beta_a = \frac{P_a}{P_0} = \beta_k + (1 - \beta_k)\sqrt{\frac{q-1}{q}}, \qquad (10)$$

unde se notează cu q — gradul de divergență al ajutajului

$$q = f_{min}/f_{max}$$

iar β_k este dat mai jos:

$$\beta_k = \frac{P_K}{P_0} = \left[\frac{2}{\varkappa - 1}\right]^{\frac{\varkappa}{\varkappa-1}}. \qquad (11)$$

În exemplul numeric se va verifica valorile date de ecuația lui Forner cu cele obținute prin rezolvarea celor nouă ecuații de mai sus.

Exemplu numeric. Se consideră un ajutaj convergent — divergent de Laval (fig. 2) și se determină prin calcul parametrii

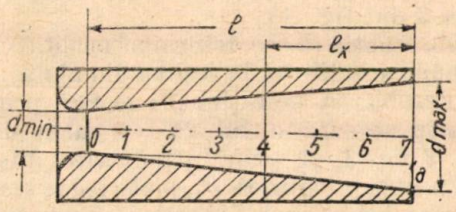


Fig. 2. Ajutaj convergent divergent de Laval.

fluidului în partea divergentă a acestuia în ipoteza variației contrapresiunii.

Dimensiunile de bază ale ajutajului sînt: lungimea părții divergente $l = 140$ mm, diametrul secțiunii minime $d_{min} = 15$ mm., iar diametrul secțiunii maxime de ieșire $d_{max} = 18$ mm.

Fluidul de curgere luat în considerare este aerul avînd presiunea la intrarea în ajutaj egală cu $P_0 = 10$ ata și volumul specific $v_0 = 0{,}2$ m³/kg.

Ca unități de măsură se utilizează în aplicațiile numerice cm, kg și s.

Se împarte partea divergentă a ajutajului într-un număr arbitrar de segmente egale (în exemplul considerat în 7 segmente) și se determină secțiunile f respective.

În tabela 1 se dau rezultatele obținute.

În primul rînd se determină mărimile critice ale fluidelor în secțiunea minimă a ajutajului: presiunea critică P_K, volumul specific critic v_K și debitul critic G_{0K}.

Presiunea critică este dată de relația (11)

$$\beta_K = [2/(1 + 1{,}41)]^{1{,}41/(1{,}41-1)} = 0{,}532$$

$$P_K = \beta_K P_0 = 0{,}532 \cdot 10 = 5{,}32 \text{ kg/cm}^2$$

Din ecuația adiabatei se determină v_K

$$v_K = v_0 (P_0/P_K)^{1/\varkappa} = 2.10^5 (10/5{,}32)^{1/1{,}41} = 313{,}5 \cdot 10^3 \text{ cm}^3/\text{kg}.$$

Debitul critic se determină din ecuația continuității în secțiunea minimă.

$$G_{0K} = f_{min} \cdot \sqrt{\frac{\varkappa . g . P_K}{v_K}} = 1{,}765 \sqrt{\frac{1{,}41 . 981 . 5{,}32}{313{,}5 . 10^3}} = 0{,}270 \text{ kg/s}.$$

Deoarece în toate secțiunile considerate ale ajutajului debitul este egal cu cel critic (G_{0K}) se deduce din ecuațiile:

$$G_{0K} \cdot v = f \cdot C,$$

$$C = \sqrt{\frac{2.g.\varkappa}{\varkappa - 1} \cdot P_0 \cdot v_0 \left[1 - \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}\right]} \qquad (12)$$

și

$$v = v_0 (P_0/P)^{1/\varkappa}$$

Următoarea relație:

$$\frac{\varkappa - 1}{2g.\varkappa} = \left(\frac{G_{0K}}{f}\right)^2 \cdot \frac{v_0}{P_0} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^{2/\varkappa} - \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{\varkappa+1}{\varkappa}}.$$

Notînd cu:

$$A = \left(\frac{P}{P_0}\right)^{2/\varkappa} - \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{\varkappa+1}{\varkappa}} \qquad (a)$$

ecuația de mai sus devine:

$$A = \frac{\varkappa - 1}{2.g.\varkappa} \cdot \left(\frac{G_{0K}}{f}\right)^2 \frac{v_0}{P_0} \qquad (b)$$

care este o funcțiune de P/P_0 de forma:

$$A = f(P/P_0).$$

Dînd diferite valori raportului P/P_0 în ecuația (a) se obțin valorile corespunzătoare lui A și se trasează curba $A = f(P/P_0)$ dată în fig.3

Înlocuind în ecuația (b) valorile secțiunilor f, fixate anterior se obțin diferite valori pentru A, date în tabela 2. Din compararea valorii A din fig. 3 cu cea obținută din tabela 2 se determină pentru secțiunea respectivă f raportul corespunzător P/P_0 din care se deduce

Tabela 1

Secțiunea	0	1	2	3	4	5	6	7
X	0	0,0214	0,0428	0,0642	0,0856	0,107	0,1285	0,150
r_x	0,750	0,7714	0,7928	0,8142	0,8356	0,8570	0,8785	0,900
f	1,765	1,870	1,975	2,080	2,195	2,308	2,480	2,548

și presiunea P. Cu aceste valori se construiește curba *1* dată în fig. 4.

Pe baza valorilor presiunii de-a lungul ajutajului se determină din ecuația (12) vitezele fluidului C, din ecuația continuității în fiecare secțiune volumul specific v și din relația:

$$a = \sqrt{\varkappa \cdot g \cdot P \cdot v}$$

viteza sunetului a. Rezultatele sînt trecute în tabela 3.

Cu ajutorul valorilor din tabela 3 se trasează curbele *1* și *3* din fig. 5 și *1* din fig. 6.

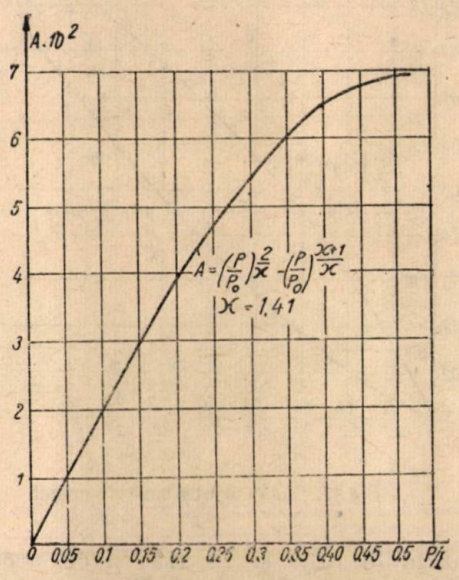


Fig. 3. Grafic ajutător pentru determinarea presiunii P.

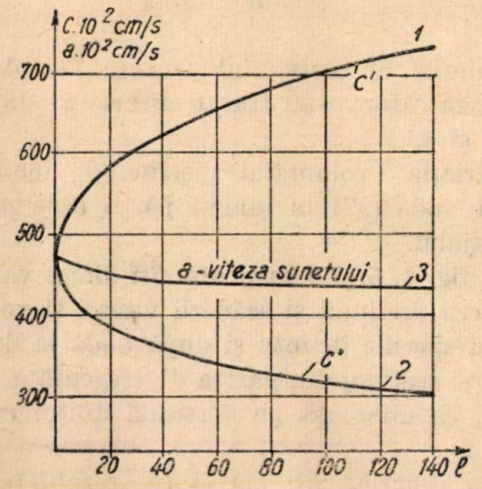


Fig. 5. Variația vitezii (C') înainte și după *undă* (C'') precum și a vitezei sunetului (a) în lungul părții divergente a ajutajului.

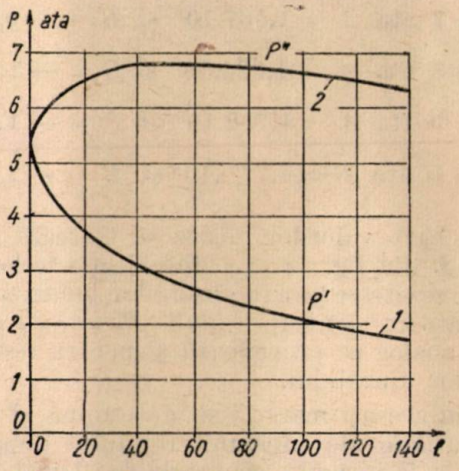


Fig. 4. Variația presiunilor înainte (P') și după *undă* (P'') în lungul părții divergente a ajutajului.

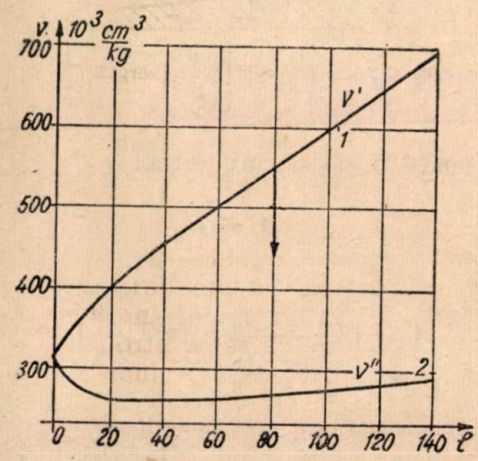


Fig. 6. Variația volumului specific (v') înainte și după undă (v'') în lungul părții divergente a ajutajului.

Tabela 2

Secțiunea	0	1	2	3	4	5	6	7
P/P_0	0,532	0,3633	0,316	0,271	0,235	0,212	0,187	0,173
$A.10^2$	6,96	6,17	5,54	5,00	4,50	4,06	3,69	3,32
P	5,32	3,633	3,160	2,71	2,35	2,12	1,87	1,73

Tabela 3

Mărimea	Secțiunea U.M.	0	1	2	3	4	5	6	7
$C.10^2$	cm/s	475	585	621	654	682	700	720	736
$v.10^3$	cm³/kg	313,5	404,5	455	504	555	598	645	696
$a.10^2$	cm/s	475	453	446	436	426	419	410	408

Pentru construirea curbei *2* din fig. 1 se rezolvă sistemul dat de ecuațiile (1), (2) și (4) din care se deduce mărimile după *unda de compresiune* (P'', v'' și C'').

Aceste valori pot fi obținute și din ecuația

$$\frac{P'' - P'}{\rho'' - P'} = C_K^2 .$$

Valorile obținute sînt trecute în tabela 4 pe baza cărora s-au trasat curbele *2* din fig. 4, 5 și 6.

Variația volumului specific (v') înainte și după undă (v'') în lungul părții divergente a ajutajului.

În fig. 4, 5 și 6 se poate citi direct valoarea creșterii presiunii și scăderii vitezei și volumului specific înainte și după *undă* în dreptul fiecărei secțiuni din partea diveregentă a ajutajului, ca diferența pe verticală dintre curbele *1* și *2*.

Din ecuațiile (5) (7) și (9) rezultă relația :

$$C''^2 - \frac{G_{0K} \cdot v''^2}{f_{max}^2} \left(\frac{P''}{P_1}\right)^{\frac{2}{\varkappa}} =$$

$$= 2g \frac{\varkappa}{\varkappa - 1} \cdot P'' \cdot v'' \left[\left(\frac{P_1}{P''}\right)^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} - 1\right], \qquad (13)$$

care poate fi scrisă sub forma

$$A = B$$

unde :

$$A = C''^2 - \frac{G_{0K}}{f_{max}^2} \cdot v''^2 \left(\frac{P''}{P_1}\right)^{2/\varkappa}$$

și

$$B = 2 \cdot g \cdot \frac{\varkappa}{\varkappa - 1} \cdot P'' v'' \cdot \left[\left(\frac{P_1}{P''}\right)^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} - 1\right].$$

Pentru rezolvarea acestei ecuații s-au constituit curbele din fig. 7 $(P''/P_1)^{2/\varkappa} = f\ (P''/P_1)$ și $(P_1/P'')^{(\varkappa-1)/\varkappa} = f\ (P_1/P'')$.

Ecuația de mai sus se rezolvă grafic. Se presupune că unda de compresiune ar avea loc în secțiunea minimă (f_{min}) a ajutajului de Laval și pentru acest caz se determină contrapresiunea la ieșirea din ajutaj. Se iau diferite valori pentru P_1 cuprinse în zona așteptată

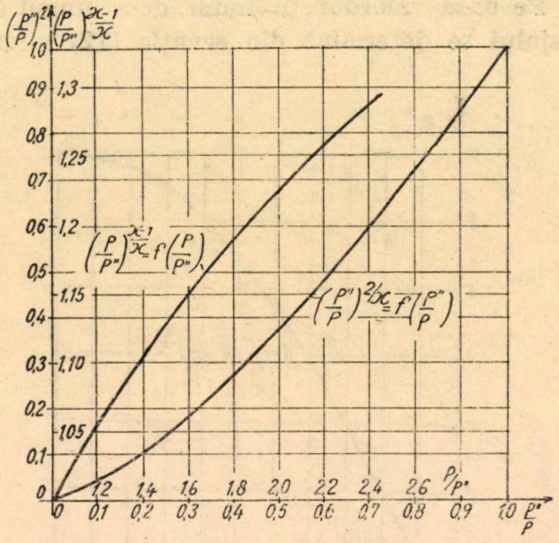


Fig. 7. Curbe ajutătoare de calcul.

(de exemplu 7,8,9 și 10 ata) și cu acestea se calculează expresiile A și B.

De exemplu se găsesc

$P_1 = 7$ ata $A = 1{,}507.10^9$ și $B = -0{,}898.10^9$

$P_1 = 8$ ata $A = 1{,}624.10^9$ și $B = -1{,}470.10^9$

$P_1 = 9$ ata $A = 1{,}732.10^9$ și $B = -1{,}93\ .10^9$

$P_1 = 10$ ata $A = 1{,}77\ .10^9$ și $B = -2{,}31\ .10^9$

Pe baza valorilor găsite se trasează curbele A și B din fig. 8. La intersecția celor două curbe se citește pe axa absciselor valoarea corespunzătoare contrapresiunii $P_1 = 8{,}37$ ata. În mod analog se procedează și pentru restul secțiunilor ajutajului.

Prin aceeași metodă se determină și curbele de variație ale presiunii fluidului după *undă* pînă la ieșirea din ajutajul de Laval (curba *3* din fig. 1).

În acest scop, în expresiile A și B se înlocuiesc mărimile corespunzătoare secțiunii respective a ajutajului. Pentru o anumită contrapresiune P_1 valoarea lui B rămîne constantă și variază numai valoarea lui A în funcție de secțiune. Intersecțiile dintre familia de curbe A și curba B indică, pe axa absciselor valorile presiunilor P căutate (fig. 9).

Tabela 4

Mărmea	Secțiunea U.M.	0	1	2	3	4	5	6	7
$C''.10^2$	cm/s	475	385	363	344,3	330	321,5	313	306
$v''.10^3$	cm³/kg	313,5	266	265,8	265,8	268,1	274,2	280,8	289,2
P''	ata	5,32	6,578	6,79	6,80	6,77	6,64	6,48	6,35

Prin metoda indicată s-a calculat astfel şi valoarea presiunii la ieşirea d'n ajutaj la care

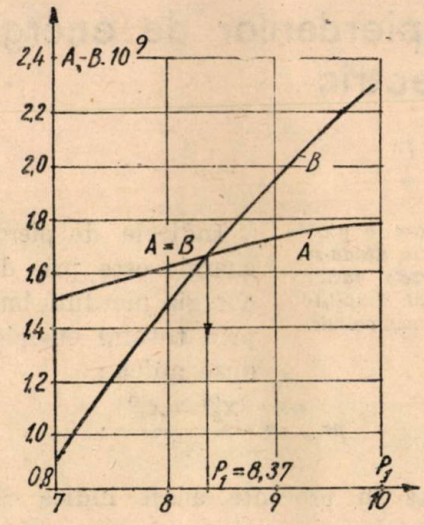


Fig. 8. Graficul pentru determinarea contrapresiunii P_1 la ieşirea din ajutaj în cazul *undei de compresiune* în secţiunea minimă.

unda de compresiune are loc în secţiunea minimă, găsindu-se valoarea $P_a = 8{,}57$ ata.

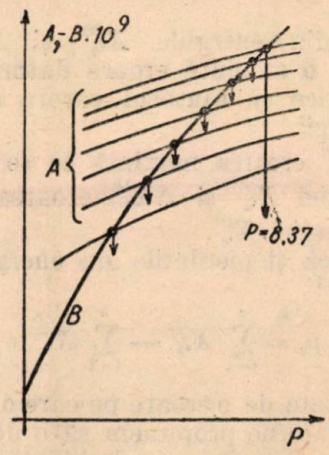


Fig.9 Grafic de determinare a valorilor de variaţie a presiunii de la unda de compresiune pînă la ieşire din ajutaj.

Rezultă că raportul maxim al presiunilor la ieşirea din ajutaj şi la intrare, pînă la care se păstrează debitul critic este :

$$\beta_a = P_a/P_0 = 8{,}37/\cdot 10 = 0{,}837$$

în timp ce după formula lui Forner se obţine $\beta_a = 0{,}798$, deci o valoare cu 4, 45% mai mică.

Această diferenţă provine din faptul că în metoda expusă sau considerat procese fără pierderi.

Pe baza valorii lui β_a se poate determina debitul ajutajului convergent — divergent de Laval în diferite regimuri de funcţionare.

Concluzii

Din cele de mai sus rezultă următoarele :

1. Metoda expusă permite să se stabilească prin calcul comportarea ajutajului de Laval în cazul funcţionării în contrapresiune variabilă şi să se determine mărimile caracteristice ale fluidului compresibil în curgere în porţiunea divergentă a acestuia.

2. Cu ajutorul ecuaţiilor din metoda arătată se pot trasa în mod teoretic curbele de variaţie ale mărimilor caracteristice ale fluidului obţinute experimental de Stodola etc.

3. Valoarea raportului critic maxim al presiunilor β_a obţinut prin calcul în exemplul considerat, diferă cu 4, 45% faţă de valoarea dată prin formula lui Forner. Acest lucru se explică prin faptul că în metoda folosită s-au considerat curgeri fără pierderi.

4. Este necesar ca metoda arătată să fie extinsă teoretic, ţinînd seama de pierderi şi să se verifice experimental rezultatele.

Bibliografie

[1] *Deici M. E.* : Gazodinimica tehnică, Editura Energetică de Stat, Moscova, 1953.
[2] *Suşcov V. V.* : Termodinamică tehnică, Editura Energetică de Stat, Moscova, 1946.
[3] *Vlădea I.* : Bazele teoretice ale termodinamicii, vol. *I*, Editura Energetică de Stat, 1955.

РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД РАССЕИВАЮЩЕГО СОПЛА ПРИ ГИПОТЕЗЕ КОЛЕБАНИЯ ДАВЛЕНИЯ

Резюме

В статье излагается на основе термодинамических формул метод определения значений величин состояния сжимаемых флюидов в рассеивающей части сопла Лаваля при колебании противодавления.

Приводится численный пример.

BERECHNUNGSVERFAHREN DER ZUSTANDSGRÖSSEN IM DIVERGENTEN TEIL DER AUSEINANDERLAUFENDEN LAVALDÜSE BEI VERÄNDERLICHEM GEGENDRUCK

In diesem Aufsatz wird, ausgehend von den thermodynamischen Gleichungen, ein Berechnungsverfahren der Zustandsgrössen der zusammendrückbaren Gase im divergenten Teil der Lavaldüse bei veränderlichem Gegendruck angegeben. Ein Zahlenbeispiel ergänzt die Darstellung.

Calculul erorii de determinare a pierderilor de energie într-un sistem electric

Ing. MARTAC DINU

Se analizează eroarea de determinare a pierderilor de energie într-un sistem electric, dîndu-se formule practice pentru calcul. Ipotezele făcute pentru determinarea acestor erori sînt simplificatoare şi sînt cele uzuale în asemenea calcule.

Unul din indicii tehnico-economici importanţi pentru studierea unui sistem electric este *indicele de pierderi de energie.* El este necesar pentru urmărirea modului de exploatare a sistemului electric. Într-un sistem de economie planificat el constituie o cifră de plan; cu alte cuvinte acest indice trebuie determinat într-un anumit interval de timp şi *valoarea determinată* trebuie să nu depăşească o anumită *valoare planificată* pentru intervalul de timp respectiv.

Se propune analizarea în prezentul articol a gradului de precizie cu care se poate determina acest indice în practică sau cu alte cuvinte *eroarea de determinare a indicelui de pierdere de energie.*

După valoarea gradului de precizie cu care putem cunoaşte acest indice ne putem da seama cît de departe putem merge cu exactitatea planificării lui.

1. Definiţia indicelui de pierdere de energie într-un sistem electric

Fie un sistem electric în care energia se produce (sau se achiziţionează) în s puncte pe care le vom numi surse. Fiecare din aceste surse produce într-un interval de timp T o energie electrică $X_{i_0}^{(s)}$ $(i = 1,2 \cdots, s)$. Această energie se consumă în c puncte de consum. Fiecare din aceste puncte consumă o energie

$$X_{c0}^{(c)} \ (i = 1,2 \cdots, \ c)$$

Energia totală produsă în sistem de cele s surse are valoarea:

$$X_0^{(s)} = \sum_{i=1}^{s} X_{i0}^{(s)} \qquad (1)$$

iar energia consumată în cele c puncte de consum din sistem este:

$$X_0^{(c)} = \sum_{i=1}^{c} X_{i0}^{(c)}. \qquad (2)$$

Pierderea de energie în sistem este:

$$p_r = \sum_{i=1}^{s} X_{i0}^{(s)} - \sum_{i=1}^{c} X_{i0}^{(c)} = X_0^{(s)} - X_0^{(c)}. \qquad (3)$$

Indicele de pierdere de energie este prin definiţie energia pierdută împărţită prin totalul energiei produse adică:

$$pr_{rel} = \frac{X_0^{(s)} - X_0^{(c)}}{X_0^{(s)}}. \qquad (4)$$

Exprimat în procente acest indice este:

$$pr_{rel}\% = 100 \frac{X_0^{(s)} - X_0^{(c)}}{X_0^{(s)}}. \qquad (5)$$

2. Eroarea de determinare a pierderilor de energie

Fiecare din energiile $X_{i_0}^{(s)}$ şi $X_{i_0}^{(c)}$ sînt cunoscute cu o anumită eroare datorită contoarelor electrice cu ajutorul cărora se măsoară aceste energii.

Fie $\Delta X_i^{(s)}$ eroarea maximă ce se face la citirea energiei $X_{i_0}^{(s)}$ şi $\Delta X_i^{(c)}$ eroarea corespunzătoare energiei $X_{i_0}^{(c)}$.

Rezultă că şi pierderile de energie care au ca expresie:

$$p_r = \sum_{i=1}^{s} X_{i_0}^{(s)} - \sum_{i=1}^{c} X_{i_0}^{(c)}$$

vor fi afectate de o eroare pe care o vom numi Δp_r şi pe care ne propunem să o determinăm.

Din punct de vedere probabilistic problema se poate exprima după cum urmează:

Se dau două şiruri de variabile aleatorii $X_{i_0}^{(s)}$ şi $X_{i_0}^{(c)}$ a căror structură se presupune cunoscută şi se cere să se determine structura variabilei aleatorii:

$$p_r = \sum_{i=1}^{s} X_{i_0}^{(s)} - \sum_{i=1}^{c} X_{i_0}^{(c)}$$

care reprezintă o sumă algebrică a variabilelor precedente.

3. Noţiuni de calculul probabilităţilor necesare calculului erorii de determinare a pierderilor de energie

Variabilă aleatorie. Se numeşte variabilă aleatorie o mărime susceptibilă de a lua o serie de valori, fiecare din aceste valori fiind caracterizată printr-o probabilitate p.

Variabila aleatorie poate avea o structură discontinuă în cazul cînd valorile pe care le poate lua formează un şir discret de numere.

O asemenea variabilă cu structură discontinuă se poate prezenta sub forma:

$$X = \begin{pmatrix} X_1, X_2, \ldots, X_n \\ p_1, p_2, \ldots, p_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_i \\ p_i \end{pmatrix} (i=1,2,\cdots,n) \quad (6)$$

Prin această scriere se arată că variabila poate lua una din valorile $X_i\,(i = 1,2,3,\cdots n)$ cu probabilitatea p_i.

Evident totdeauna trebuie îndeplinită condiţia:

$$\sum_{i=1}^{n} p_i = 1. \quad (7)$$

Variabila aleatorie poate avea şi o structură continuă în cazul cînd ea poate avea orice valoare cuprinsă într-un interval (a,b).

In acest caz variabila se poate reprezenta sub forma:

$$X = \begin{pmatrix} x \\ \rho\ (x)\ dx \end{pmatrix} \quad (8)$$

Prin această scriere se arată că probabilitatea ca variabila X să fie cuprinsă în intervalul $x - \frac{dx}{2}$ şi $x + \frac{dx}{2}$ este $\rho\ (x)\ dx$. În acest caz funcţiunea $\rho(x)$ poartă numele de *densitate de probabilitate.*

Condiţia (7) devine în acest caz:

$$\int_a^b \rho\,(x)\ dx = 1 \quad (9)$$

Momente şi valori medii. Se numeşte moment de ordinul r al variabilei

$$X = \begin{pmatrix} x_i \\ p_i \end{pmatrix}$$ expresia:

$$M_r = \sum_{i=1}^{r} p_i X_i^r. \quad (10)$$

Momentul de ordinul întîi M_1 al variabilei poartă denumirea de *valoare medie.*

Expresia

$$\sqrt[r]{M_r} \quad (11)$$

este denumită valoare medie de rang r.

Diferenţele:

$$Z_i = X_i - M_1 \quad (12)$$

poartă numele de abateri

Abaterile constituie şi ele o variabilă aleatorie a cărei valoare medie este însă nulă.

Valoarea medie de rang doi a variabilei

$$Z = \begin{pmatrix} Z_i \\ p_i \end{pmatrix}$$ egală cu

$$\mu = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} p_i\,(X_i - M_1)^2} \quad (13)$$

poartă numele de *abatere medie pătratică* a variabilei X.

Teorema lui Liapunov. Fie dat un număr n de variabile aleatorii X_K $(K = 1,2,\cdots n)$. Se presupune că expresiile $M_{1K}(X_K)$, $\mu_K(X_K)$ şi $\rho_{3K} = \sqrt[3]{M_{3K}\,(X_K - M_{1K})}$ există pentru fiecare K.

Să notăm cu:

$$M_1 = \sum_{K=1}^{n} M_{1K} \quad (14)$$

$$\mu^2 = \sum_{K=1}^{n} \mu_K^2 \quad (15)$$

$$\rho^3 = \sum_{K=1}^{n} \rho_{3K}^3 \quad (16)$$

$$X = \sum_{i=1}^{n} X_i \quad (17)$$

Cu aceste noţiuni teorema lui Liapunov stabileşte că dacă

$$\lim_{n\to\infty} \frac{\rho}{\mu} = 0 \quad (18)$$

atunci variabila:

$$y = \frac{X - M_1}{\mu} \quad (19)$$

are ca densitate de probabilitate funcţiunea:

$$\rho(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{y^2}{2}} \quad (20)$$

cînd n tinde către infinit.

Probabilitatea ca variabila y să fie cuprinsă în intervalul $(-a, +a)$ este deci dată de expresia:

$$2\,\Phi\,(a) = \int_{-a}^{+a} e^{-\frac{y^2}{2}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\, dy \quad (21)$$

Dacă $a = 2\sqrt{2}$ atunci $2\Phi(2\sqrt{2}) = 0{,}99532$ [vezi bibliografia 1].

Ţinînd seama de cele de mai sus teorema lui Liapunov mai poate fi exprimată şi în felul următor:

Probabilitatea ca variabila aleatorie X să fie cuprinsă în intervalul $M_1 - 2\sqrt{2}\mu$ şi $M_1 + 2\sqrt{2}\,\mu$ este mai mare decît 0,995 în cazul cînt n creşte indefinit şi cînd $\lim_{n\to\infty} \frac{\rho}{\mu} = 0$.

Altfel exprimată, această teoremă ne arată că *probabilitatea ca abaterea maximă a variabilei X de la valoarea ei medie M_1 să depăşească $2\sqrt{2}\,\mu$ este mai mică decît 5‰, dacă n este suficient de mare.*

4. Posibilitatea aplicării teoremei lui Liapunov în cazul problemei erorii de determinare a pierderilor de energie

Pierderile de energie au fost exprimate prin formula (3) o sumă alegebrică de $n = s + c$ variabile aleatorii independente.

Să notăm una oarecare din aceste n variabile cu X_i $(i = 1,2, \cdots, n)$.

Variabila aleatorie care ne interesează este deci:

$$p_r = \sum_{i=1}^{n} X_i. \tag{22}$$

Se menționează că în această sumă o parte din termeni sînt pozitivi $[X_i^{(s)}]$ și o altă parte sînt negativi $[X_i^{(c)}]$ sau cu alte cuvinte suma este algebrică.

Pentru a putea aplica teorema lui Liapunov acestei sume de variabile aleatorii trebuie să fie indeplinite două condiții:

a) Trebuie ca:

$$\lim_{n \to \infty} \frac{\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{n} M_{3i}(X_i - M_{1i}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \mu_i^2}} = 0. \tag{23}$$

b) Numărul n al variabilelor aleatorii trebuie să fie suficient de mare pentru ca să se poată considera că structura sumei variabilelor aleatorii este gaussiană.

După cum se va vedea variabilele aleatorii X_i sînt de așa natură încît în cazul nostru vom avea întotdeauna:

$$M_{3i}(X_i - M_{1i}) = 0 \tag{24}$$

deoarece structurile variabilelor $X_i - M_{1i}$ sînt simetrice.

De asemenea în cazurile practice pe care urmează să le luăm în considerare numărul n care reprezintă suma numerilor consumatorilor și a surselor este de ordinul zecilor sau sutelor de mii ceea ce este suficient pentru a considera aproximativ ca condiția limită dată de teorema lui Liapunov este variabilă și în acest caz.

În concluzie pe baza teoremei susmenționate se poate afirma că:

Probabilitatea ca eroarea de determinare maximă a pierderilor de energie electrică într-o rețea să depășească în valoare absolută $2\sqrt{2}\ \mu$ *este mai mică decît* $5‰$.

Practic se poate afirma că eroarea maximă de determinare Δp_r a pierderilor de energie (p_r) are valoarea $2\sqrt{2}\mu$.

În cele de mai sus μ este definit prin:

$$\mu = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \mu_i^2} \tag{25}$$

unde μ_i reprezintă abaterea medie patratică a variabilei aleatorii X_i.

5. Calculul abaterilor medii pătratice μ_i

Se pot face diferite ipoteze asupra structurii variabilelor aleatorii X_i. Ipotezele pe care le vom face pleacă de la următoarele două puncte de vedere:

— Abaterea maximă a variabilor X_i de la valoarea ei medie $M_{1i}(X_i)$ este ΔX_i. Probabilitatea unei abateri mai mari ca ΔX_i este nulă. Cu alte cuvinte aceasta revine la a considera că contorul nu poate avea o eroare relativă mai mare decît o anumită valoare limită $\frac{\Delta X_i}{X_{i_0}}$.

— Ori care ar fi structura variabilelor X_i probabilitatea cea mai mare este de a avea abaterea ΔX_i. Această presupunere (deși mai puțin evidentă) corespunde totuși cazului real considerat al erorilor contoarelor electrice.

Pornind de la aceste două puncte de vedere am considerat următoarele trei ipoteze pentru structura variabilelor X_i.

Ipoteza I. Variabila generală X_i are o structură discontinuă definită prin relația:

$$X_i = \begin{pmatrix} X_{i_0} - \Delta X_i, & X_{i_0} + \Delta X_i \\ \frac{1}{2}, & \frac{1}{2} \end{pmatrix}. \tag{26}$$

Această relație ne spune că variabila X_i poate lua numai două valori și anume $X_{i_0} - \Delta X_i$ și $X_{i_0} + \Delta X_i$. Probabilitatea fiecăreia din aceste valori este $\frac{1}{2}$.

In acest caz valoarea medie a variabilei X este:

$$M_i(X_i) = \frac{1}{2}(X_{i_0} - \Delta X_i) + \frac{1}{2}(X_{i_0} + \Delta X_i) = X_{i_0} \tag{27}$$

iar abaterea medie pătratică are valoarea:

$$\mu_i = \sqrt{\sum_{K=1}^{r} p_k (X_{ik} - M_{1i})^2} = \sqrt{\frac{1}{2}\Delta X_i^2 + \frac{1}{2}\Delta X_i^2} = \Delta X_i. \tag{28}$$

Reprezentarea grafică a structurii variabilei X_i s-a făcut în figura 1-a.

Ipoteza II. Variabila X_i are o structură continuă definită conform curbei *1* din fig. *1,b*. Din această figură se vede că densitatea de probabilitate $\rho_i(X_i)$ a structurii este o funcțiune liniară de X_i și simetrică în raport cu axa $X_i = X_{i_0}$ (valoarea medie a variabilei).

Notînd cu l raportul dintre densitatea de probabilitate pentru $X_i = X_{i_0}$ şi cea pentru $X_i = X_{i_0} - \Delta X_i$ se obţine pentru

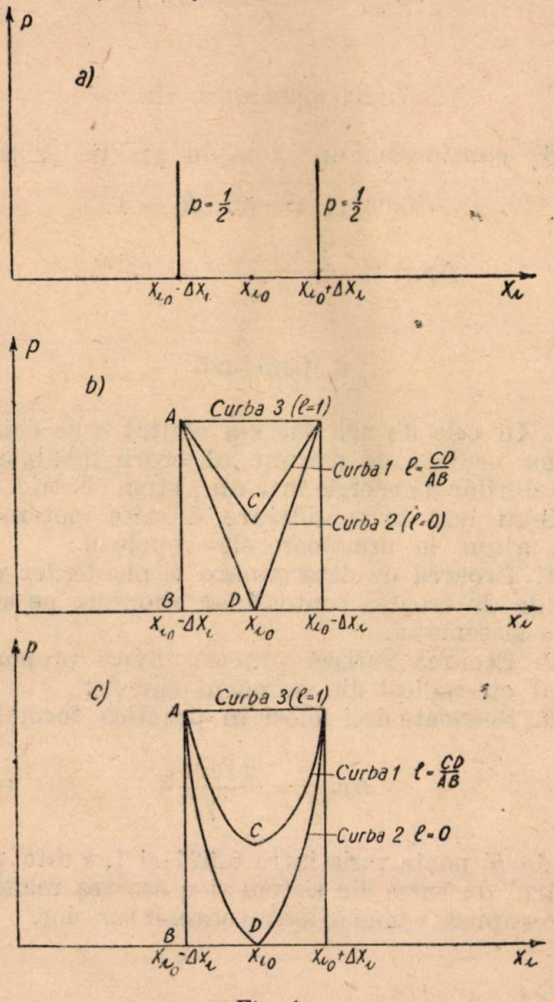


Fig. 1

$$X_{i_0} + \Delta X_i \geqslant X_i \geqslant X_{i_0}$$

$$\rho_i(X_i) = \frac{l}{1+l} \times \frac{1}{\Delta X_i} + \frac{1-l}{1+l} \frac{1}{\Delta X_i^2}(X_i - X_{i_0}) \tag{29}$$

şi pentru :

$$X_{i_0} - \Delta X_i \leqslant X_i \leqslant X_{i_0}$$

$$\rho_i(X_i) = \frac{l}{1+l} \frac{1}{\Delta X_i} - \frac{1-l}{1+l} \frac{1}{\Delta X_i^2}(X_i - X_{i_0}).$$

Valoarea medie a variabilei X este

$$M_{1i}(X_i) = 2 \int_0^{X_{i_0} + \Delta X_i} \rho_i(X_i) X_i \, dX_i. \tag{30}$$

Făcînd calculele se găseşte :

$$M_{1i}(X_i) = X_{i_0} \tag{31}$$

De asemenea abaterea medie pătratică a funcţiunei X este :

$$\mu_i = \sqrt{2 \int_0^{X_{i_0} + \Delta X_i} \rho_i(X_i) X_i^2 \, dX_i} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{3+l}{3+3l}} \Delta X_i \tag{32}$$

Se vede că dacă $l = 0$ (curba *2* din fig. 1,*b*) atunci :

$$\mu_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \Delta X_i = 0{,}707 \, \Delta X_i.$$

Dacă dimpotrivă $l = 1$ (curba *3* din fig. 1, *b*) atunci :

$$\mu_i = \frac{1}{\sqrt{3}} \Delta X_i = 0{,}577 \ \Delta X_i.$$

Ipoteza III. In această ipoteză variabila X_i are tot o structură continuă definită conform curbei *1* din fig. 1, *c*.

Din această figură se vede că densitatea de probabilitate $\rho_i(X_i)$ a structurii este o funcţiune de gradul al doilea de X_i şi simetrică în raport cu axa $X_i = X_{i_0}$ (valoarea medie a variabilei).

Notînd cu l raportul dintre densitatea de probabilitate pentru $X_i = X_{i_0}$ şi cea pentru $X_i = X_{i_0} - \Delta X_i$ se obţine :

$$\rho_i(X_i) = \frac{3}{2(1+2l)\Delta X_i} \left[l + \frac{1-l}{\Delta X_i^2}(X_i - X_{i_0})^2 \right]. \tag{34}$$

Valoarea medie a variabilei X_i calculată după formule (30) are valoarea X_{i_0} iar abaterea medie pătratică este :

$$\mu_i = \sqrt{2 \int_0^{X_{i_0} + \Delta X_i} \rho_i(X_i) X_i^2 \, dX_i} = \sqrt{\frac{3+2l}{5(1+2l)}} \Delta X_i \tag{35}$$

Se vede că dacă $l = 0$ (curba *2* din fig. 1, *c*) atunci.

$$\mu_i = \sqrt{\frac{3}{5}} \Delta X_i = 0{,}775 \ \Delta X_i \tag{36}$$

iar dacă $l = 1$ (curba *3* din fig. 1, *c* sau 1, *b*)

$$\mu_i = \frac{1}{\sqrt{3}} \Delta X_i = 0{,}577 \ \Delta X_i. \tag{37}$$

Se vede că în toate cazurile abaterea medie pătratică se poate pune sub forma :

$$\mu_i = K \Delta X_i. \tag{38}$$

In această formulă K poate lua valori cuprinse între 1 (ipoteza *I*) şi 0,577 (cazul curbelor *3* din fig. 1, *b* şi 1, *c*).

Eroarea maximă de determinare a pierderilor în rețele se poate scrie :

$$\Delta p_r = 2\sqrt{2}\mu = 2\sqrt{2}K\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\mu_i^2} = 2\sqrt{2}2\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\Delta X_i^2}. \quad (39)$$

6. Calculul abaterii maxime (Δp_r) a piederilor de energie

Se presupune că toți contorii tuturor surselor au o eroare relativă comună ε_s și toți contorii tuturor consumatorilor au de asemenea o eroare comună ε_c.

In acest caz se deduce :

$$\Delta p_{r_{rel}} = \frac{2\sqrt{2}K\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\Delta X_i^2}}{X_0^{(s)}}. \quad (40)$$

Se mai presupune deasemenea că :

$$X_{i_0}^{(s)} = \frac{X_0^{(s)}}{s} \quad (41)$$

$$X_{i_0}^{(c)} = \frac{X_0^{(c)}}{c}. \quad (42)$$

In aceste condiții avem :

$$\Delta X_i^{(s)} = \varepsilon_s X_{i_0}^{(s)} \quad (43)$$

$$\Delta X_i^{(c)} = \varepsilon_c X_{i_0}^{(c)} \quad (44)$$

$$\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\Delta X_i^2} = \sqrt{\varepsilon_g^2\frac{X_0^{(s)2}}{s} + \varepsilon_c^2\frac{X_0^{(c)2}}{c}} =$$

$$= \varepsilon_g X_0^{(s)}\sqrt{\frac{1}{s} + \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_s}\right)^2\frac{(1-p_{rrel})^2}{c}}. \quad (45)$$

Deoarece numărul c este foarte mare se poate considera $\frac{1}{c}$ neglijabil și putem scrie atunci aproximativ :

$$\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\Delta X_i^2} = \varepsilon_g X_0^{(s)}\frac{1}{\sqrt{s}}. \quad (46)$$

Rezultă deci final :

$$\Delta p_{r_{rel}} = \frac{2\sqrt{2}K\varepsilon_g}{\sqrt{s}}. \quad (47)$$

7. Exemplu numeric

Să considerăm un exemplu practic în care

$$\varepsilon_g = 0{,}03 \text{ și } s = 50 \quad K = 1.$$

$$\Delta p_{r_{rel}}\,\% = \frac{2\times 1{,}41\times 3}{\sqrt{50}} = 1{,}2\,\%.$$

8. Concluzii

In cele de mai sus s-a căutat a se determina ordinul de mărime al erorii maxime a pierderilor de energie într-un sistem electric.

S-au luat în considerare diferite ipoteze și s-a ajuns la următoarerele concluzii :

1. Eroarea de determinare a pierderilor depinde de eroarea contoarelor montate pe sursele sistemului.
2. Eroarea variază practic invers proporțional cu radical din numărul surselor.
3. Se poate deci folosi în practică formula :

$$\Delta p_{r_{rel}} = \frac{2\sqrt{2}K\varepsilon_g}{\sqrt{s}} \quad (48)$$

unde K poate varia între 0,577 și 1, s este numărul de surse din sistem și ε_g eroarea relativă (presupusă comună) a contoarelor surselor.

Bibliografie

[1] *Onicescu O. Mihoc, G. Ionescu Tulcea C. T.:* Calculul probabilităților și aplicații, 1956.

[2] *Marcovici I. M.* : Sisteme energetice, (1955.)

★

РАСЧЕТ ОШИБКИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Резюме

Анализируется ошибка при определении энергетических потерь в электрической системе, причем даются практические расчетные формулы.

Гипотезы предлагаемые для определения этих потерь ведут к упрощению расчетов. Их применение является обычным при такого рода операциях.

★

BERECHNUNG DES BESTIMMUNGSFEHLERS DER ENERGIEVERLUSTE IN EINEM ELEKTRISCHEN SYSTEM

Der Aufsatz analysiert die Fehler, die bei der Bestimmung der Energieverluste in einem elektrischen System auftreten können und gibt dafür praktische Berechnungsformeln.

Bei der Bestimmung dieser Fehler sind vereinfachende Voraussetzungen angenommen worden, die bei derartigen Berechnungen üblich sind.

Calculul variaţiei de tensiune produse de funcţionarea cuptoarelor electrice cu arc în reţelele electrice

Ing. ALEXE CONSTANTIN

Cuptoarele electrice cu arc, pentru topit oţel sînt receptori de putere mare, în a căror funcţionare se produc variaţii brusce de sarcină, care cauzează variaţii mari de tensiune în reţelele de alimentare. In articolul prezentat se arată prescripţiile care limitează această variaţie şi se dă o metodă practică de determinare a acestor variaţii de tensiune.

1. Generalităţi

Pentru funcţionarea normală a receptorilor electrici de lumină şi de forţă, se cere ca tensiunea p i-mită de la reţea să fie cît mai constantă. Unii receptori electrici produc variaţii mari în reţea, fie la punerea în funcţiune prin curenţi mari de pornire, fie chiar în timpul funcţionării lor, prin variaţii brusce de sarcină.

Cuptoarele electrice cu arc prin variaţiile mari de curent care caracterizează funcţionarea lor, sînt receptorii electrici care cauzează cele mai mari variaţii de tensiune în reţea.

In funcţionarea cuptoarelor electrice cu arc pentru topit oţel se deosebesc două perioade distincte pentru prelucrarea fiecărei şarje a cuptorului:

— perioada de topire a şarjei de metal;

— perioada de oxidare şi afinare a metalului topit.

La punerea în funcţiune a cuptorului, electrozii de cărbune sau grafit, trebuie să fie aduşi în contact cu masa de metal şi apoi depărtaţi, pentru formarea arcului voltaic. Pe măsură ce se consumă electrozii, aceştia sînt apropiaţi treptat, spre a se menţine un arc stabil şi un reg m normal de funcţionare.

Reglarea lungimii arcului trebuie făcută în mod continuu din cauza schimbărilor de structură în masa de metal în timpul topirii. Această reglare se face prin regulatori automaţi care de obicei acţionează pentru a menţine constantă fie intensitatea I-a arcului, fie rezistenţa R a acestuia (prin menţinerea constantă a raportului dintre tensiune şi intensitate).

In timpul perioadei de topire se produc destul de des atingeri între electrozi şi masa de metal din cauza prăbuşirilor de metal în cuvă, sau a operaţiilor de reaprinderea arcului stins. Aceste atingeri echivalează cu un scurtcircuit, rezistenţa arcului reducîndu-se la zero şi se nasc astfel şocurile mari de curent care caracterizează perioada de topire. Aceste scurtcircuite de exploatare reprezintă deci un aspect normal al funcţionării cuptoarelor cu arc.

In timpul perioadei de oxidare şi afinare nu se produc şocuri mari de curent, iar funcţionarea cuptorului se face cu putere redusă, puterea consumată fiind numai cea necesară acoperirii pierderilor de căldură ale cuptorului.

2. Condiţii impuse pentru conectarea cuptoarelor cu arc

Regulamentul sovietic de montare a instalaţiilor electrice ed. 1952 prevede la art. 11 din capitolul „Cuptoare electrice", că variaţiile de tensiune admise la barele de la care se alimentează cuptoarele electrice trebuie să fie cel mult 5% din valoarea nominală în cazul cuptoarelor trifazate şi cel mult 2,5% în cazul cuptoarelor monofazate.

De asemenea se menţionează că instalaţiile de cuptoare electrice pot fi legate, fără vre-o verificare a variaţiei de tensiune, la barele centralelor electrice şi staţiilor de transformare, cînd puterea cuptoarelor nu depăşeşte următoarele procente din puterea centralelor sau staţiilor:

— 20% pentru cuptoarele trifazate;

— 10% pentru cuptoarele monofazate.

Se admite legarea cuptoarelor electrice cu arc direct la barele centralei electrice, numai dacă generatoarele electrice sînt prevăzute cu regulatoare automate de tensiune.

Aceste limite sînt destul de largi, însă au fost impuse de necesitatea de a se lega la reţea cuptoare de puteri mari.

In practică este recomandabil ca aceste variaţii de tensiune să fie cît mai mici, sub 1—2%. Se menţionează că pentru a nu avea variaţii supărătoare de lumină ar trebui ca aceste variaţii de tensiune să fie sub 0,6%.

3. Determinarea variaţiilor de tensiune

Variaţia de tensiune la barele de tensiune înaltă de la care este alimentat transformatorul cuptorului, se datoreşte unei căderi de tensiune suplimentară în reţeaua de alimentare, sau în general vorbind, în impedanţa Z_s a sistemului energetic care alimentează barele.

Această cădere suplimentară de tensiune este provocată de curentul de scurtcircuit de funcţionare al cuptorului (la atingerea între electrozi şi masa de metal).

Intrucît în reţelele de tensiune înaltă, rezistenţele ohmice ale elementelor reţelei cu excepţia cablurilor, au de obicei valori mai mici ca jumătate din reactanţele inductive ale acestora, se pot neglija rezistenţele ohmice şi considera numai reactanţele, eroarea ce se face fiind în

general sub 10%. In cele ce urmează se va aplica această simplificare, deci în loc de impedanțe se vor considera numai reactanțele. De asemenea se mai face ipoteza simplificatoare că funcționarea celor 3 faze este identică.

Instalația unui cuptor trifazat cu arc poate fi reprezentată prin schema simplificată din fig. 1. în care:

— R reprezintă rezistența arcului electric;

— x_a, x_b, x_c, reactanțele rezultante ale celor 3 faze în care se cuprind toate elementele care formează instalația cuptorului (bobina de șoc, transformatorul și barele de joasă tensiune cu electrozii).

Funcționarea unei faze a cuptorului electric poate fi studiată pe o schemă ca aceia din fig. 2 care cuprinde analog cu schema din fig. 1:

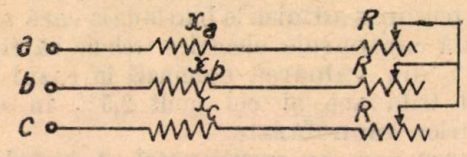


Fig. 1.

— o reactanță fixă x_s reprezentînd reactanța echivalentă a sistemului energetic sau a rețelei de alimentare pînă la barele B la care se leagă instalația cuptorului;

— o reactanță fixă x_c reprezentînd reactanța coloanei de alimentare și a instalației cuptorului, cablul de alimentare, bobina de șoc și transformatorul cuptorului precum și „barele

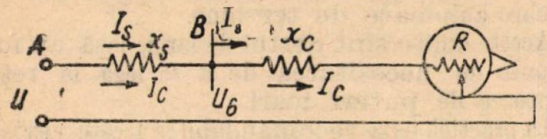


Fig. 2.

scurte" care fac legătură între transformatorul cuptorului și electrozi;

—o rezistență variabilă R, reprezentînd rezistența arcului voltaic al fazei respective.

In cazul cînd arcul R este întrerupt, reactanța x_s a sistemului este străbătută numai de curent I_s, reprezentînd sarcina pe acea fază a celorlalți consumatori legați la barele B.

Notînd cu $U_f = \frac{U}{\sqrt{3}}$ tensiunea pe o fază a sistemului, tensiunea pe o fază la barele B va fi în acest caz:

$$U_b = U_f - X_s I_s . \qquad (1)$$

In cazul cînd funcționează și cuptorul electric cu arcul în stare normală, absorbind curentul I_c, tensiunea la barele B va fi:

$$U_b' = U_f - X_s I_s - X_s I_c . \qquad (2)$$

In fine, dacă se produce un scurtcircuit de exploatare, curentul absorbit de cuptor va fi I_{sc}, iar tensiunea la bare va fi:

$$U_b'' = U_f - X_s I_s - X_s I_{sc} \qquad (3)$$

sau:

$$U_b'' = U_b - X_s I_{sc} \qquad (4)$$

dar

$$U_b'' = X_c I_{sc} \qquad (5)$$

întrucît $R = 0$.

Deci

$$X_c I_{sc} = U_b - X_s I_{sc} \qquad (6)$$

sau:

$$U_b = X_s I_{sc} + X_c I_{sc} = (X_s + X_{sc})\, I_{sc} \qquad (7)$$

Variația de tensiune a barelor între cazurile extreme cînd $R = \infty$ (arcul întrerupt) și $R = 0$ (scurtcircuit de exploatare), este:

$$\Delta U_b = U_b - U_b'' = X_s I_{sc} \qquad (8)$$

variația relativă de tensiune va fi:

$$\frac{\Delta U_b}{U_b} = \frac{X_s I_{sc}}{(X_s + X_c)\, I_{sc}} = \frac{X_s}{X_s + X_c} . \qquad (9)$$

Reactanța X_s a sistemului se determină pornind de la relația:

$\sqrt{3}\, X_s\, I_K = U$, unde I_K este curentul de scurtcircuit la barele considerate corespunzător puterii de scurtcircuit P_K:

$$I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3}\, U}$$

Inlocuind, se obține:

$$\sqrt{3}\, X_s \cdot \frac{P_k}{\sqrt{3}\, U} = U$$

$$X_s = \frac{U^2}{P_k} . \qquad (10)$$

La fel se obține:

$$x_s + X_c = \frac{U^2}{P_{sc}} \qquad (11)$$

unde P_{sc} este puterea de scurtcircuit de exploatare (puterea absorbită de cuptor cînd electrozii sînt în contact cu masa de metal).

Rezultă:

$$\frac{\Delta U_b}{U_b} = \frac{X_s}{X_s + X_c} = \frac{\frac{U^2}{P_K}}{\frac{U^2}{P_{sc}}} = \frac{P_{sc}}{P_k}$$

deci:

$$\frac{\Delta U_b}{U_b} = \frac{P_{sc}}{P_k} . \qquad (12)$$

Valoarea de scurtcircuit P_K la barele de alimentare a cuptoarelor se determină pe baza datelor sistemului energetic. Se menționează că atît

P_K cît şi P_{sc} reprezintă puterea de scurtcircuit trifazic corespunzătoare componentei periodice a curentului de scurticircuit iar tensiunea U se consideră constantă.

In practică se poate aplica după caz relaţia(9) sau relaţia (12).

Din relaţia (12) se vede că variaţia de tensiune la bare este cu atît mai mică cu cît puterea de scurtcircuit de exploatare a cuptorului este mai mică în raport cu puterea de scurtcircuit în punctul de alimentare. In cazul cuptoarelor trifazice, pentru a se îndeplini condiţia cerută de regulament ca variaţia să nu depăşească 5%, trebuie ca :

$$P_{sc} \leqslant \frac{1}{20} P_x.$$

La cuptoarele electrice, tocmai în scopul limitării variaţiilor de tensiune, reactanţa X_c este mărită în mod intenţionat atît prin mărirea tensiunii de scurtcircuit a transformatoarelor cuptoarelor electrice (uneori pînă aproape de 30%) cît şi prin adăugirea în perioada de topire a unei reactanţe suplimentare în serie cu transformatorul. In practică reactanţa X_c are valori relative cuprinse între 0,35—0,5 ; deci :

$$X_c^* = \frac{\sqrt{3}\, X_c \cdot I_{nom}}{U_{nom}} = 0{,}35 — 0{,}5 \qquad (13)$$

rezultă :

$$\sqrt{3}\, X_c I_{nom} = (0{,}35 \div 0{,}5)\ U_{nom} = X_c^*\, U_{nom} \qquad (14)$$

Pe de altă parte :

$$\sqrt{3}\, X_c \cdot I_{sc} = U_{nom} \qquad (15)$$

Împărţind (15) prin (14) rezultă :

$$\frac{I_{sc}}{I_{nom}} = \frac{1}{X_c^*} \qquad (16)$$

deci :

$$I_{sc} = \frac{I_{nom}}{X_c^*} = \frac{I_{nom}}{0{,}35 — 0{,}5} = 2 \div 3\ I_{nom}$$

Din (16) rezultă şi

$$\frac{P_{sc}}{P_{nom}} = \frac{1}{X_c^*} \qquad (17)$$

$$\text{deci } P_{sc} = \frac{P_{nom}}{X_c^*} = 2 \div 3\ P_{nom}.$$

Potrivit prevederilor prescripţiilor, un cuptor cu transformator de 5 MVA se poate racorda la o centrală electrică cu generatori totalizînd o putere de 25 MVA. Considerînd reactanţa relativă a instalaţiei cuptorului $(X_c) = 0{,}5$ iar inductanţa relativă iniţială a generatorilor $(X_d^*) = 0{,}125$, rezultă :

$$P_K = \frac{25}{0{,}125} = 200 \text{ MVA}$$

$$P_{sc} = \frac{5}{0{,}5} = 10 \text{ MVA}$$

$\frac{\Delta U_b}{U_b} = \frac{P_{sc}}{P_k} = \frac{10}{200} = 5\%$, adică tocmai valoarea limită impusă de prescripţiuni.

Se precizează că prin X_s se înţelege reactanţa exterioară de la generatori pînă la barele la care se calculează variaţia de tensiune, iar prin X_c, reactanţa de la acele bare pînă la electrozii cuptorului (inclusiv). Prin urmare dacă la acelaş cuptor trebuie calculată variaţia de tensiune în 2 puncte diferite, de exemplu la barele de 110 kV, se vor aplica 2 serii de valori diferite pentru X_s şi X_c conform indicaţiei de mai sus.

În mod analog se va ţine seama de cele de mai sus la aplicarea relaţiei (12)

4. Indicaţii suplimentare

a) *In rezolvarea problemelor de determinarea variaţiei de tensiune a cuptoarelor se aplică unele elemente din calculul curenţilor de scurtcircuit.*

Pentru control este recomandabil a se face calculul atît pe baza unităţilor absolute (in ohmi) cît şi pe baza unităţilor relative (X^*) definite prin relaţia

$$X^* = \frac{\sqrt{3}\, X \cdot I_{nom}}{U_{nom}}$$

în care :

X este reactanţa în ohmi a unei faze ;

I_{nom} curentul nominal pe fază, în kA ;

U_{nom} tensiunea între faze, în kV.

Pentru efectuarea calculului apropiat se vor lua în general următoarele tensiuni medii : 0,23 ; 0,4 ; 0,525 ; 3,15 ; 6,3 ; 10,5 ; 15,75 ; 37 şi 115 kV.

Pentru efectuarea unui calcul mai exact va trebui să se ţină seama de treptele de tensiuni reale.

Pentru calcul se alege o tensiune de bază, de exemplu tensiunea primară a transformatorului cuptorului, care de obicei este 6,3 kV. De asemenea se va alege o putere de bază (aceasta din urmă este necesară numai pentru calculul în unităţi relative)

Valoarea puterii de bază se poate lua o valoare arbitrară oarecare (de exemplu 100MVA) sau valoarea puterii centralei sau staţiei de transformare de la care se alimentează cuptorul.

b) *Pentru calculul pe baza unităţilor absolute se va ţine seama de următoarele indicaţii :*

— Toate valorile vor fi raportate la tensiunea de bază (U_b) .

— Reactanţele în ohmi pentru diferitele elemente se determină astfel :

— pentru sistemul energetic :

$$X_s = \frac{U_b^2}{P_k}.$$

— pentru generatori :

$$X = X_d^* \cdot \frac{U_b^2}{P_{nom}}.$$

— pentru transformatori :

$$X = X^* \cdot \frac{U_b^2}{P_{nom}} = \frac{U_k\,\%}{100} \cdot \frac{U_b^2}{P_{nom}}.$$

— pentru reactori.

$$X = \frac{X_r\,\%}{100} \cdot \frac{U_{nom}}{\sqrt{3}\,I_{nom}} \cdot \frac{U_b^2}{U_{real}^2}.$$

Pentru linii

$$X = X_0 \cdot l\ (\text{km}) \cdot \frac{U_b^2}{U_{real}^2} = X_{real} \frac{U_b^2}{U_{real}^2}.$$

c) *La calculul pe baza reactanţelor relative se vor avea în vedere următoarele* :

— Toate reactanţele vor fi raportate la puterea de bază (P_b).

— Reactanţele relative se determină cu relaţiile de mai jos :

— pentru sistemul energetic :

$$X^* = \frac{P_b}{P_k}$$

—pentru generatori :

$$X^* = X_d^* \cdot \frac{P_b}{P_{nom}}.$$

—pentru transformatori :

$$X^* = \frac{U_k\,\%}{100} \cdot \frac{P_b}{P_{nom}}.$$

—pentru reactori :

$$X^* = \frac{X_r\,\%}{100} \cdot \frac{P_b \cdot U_{nom}}{\sqrt{3}\,I_{nom} \cdot U_b^2}.$$

—pentru linii :

$$X^* = \frac{X_0 \cdot l \cdot P_b}{U_{real}^2} = \frac{X_{real} \cdot P_b}{U_{real}^2}.$$

In relaţiile de mai sus avem :

P_k este puterea de scurtcircuit produsă de sistemul energetic la barele considerate ;

X_d^* reactanţa longitudinală supratensitorie a generatorilor ;

$U_k\,\%$ — tensiunea de scurtcircuit a transformatorilor ;

$X_r\,\%$ — reactanţa relativă în procente a reactorilor ;

U_{nom} şi I_{nom} — tensiunea şi intensitatea nominală a reactorilor ;

X_0 — reactanţa în ohmi pe km a liniei ;

l — lungimea în km a liniei ;

U_{real} — tensiunea reală la care funcţionează linia.

Tensiunile vor fi exprimate în kilovolţi, intensităţile în kiloamperi, iar puterile în MVA.

d) *Calculul puterilor de scurtcircuit în diferite puncte ale reţelei se face* :

— pentru cazul folosirii rezistenţelor absolute, cu relaţia :

$$P_k = \frac{U^2}{X_{rez}}$$

— pentru cazul folosirii reactanţelor relative, cu relaţia

$$P_k = \frac{P_b}{X_{rez}^*}$$

unde X_{rez} şi X_{rez}^* sînt reactanţele rezultante (absolută şi relativă) pînă în punctul considerat.

Notă : Puterea nominală a instalaţiei cuptorului se va lua puterea nominală a transformatorului cuptorului.

E x e m p l u l 1. Un cuptor electric de 5 tone cu transformator de 2 250 kVA este alimentat pe 6,3 kV de la barele unei staţii de conexiuni (B) la care puterea de scurtcircuit este de 150 MVA. Alimentarea se face printr-un cablu de cupru de 3×120 mm² şi 1 000 m lungime.

Reactanţa relativă a instalaţiei cuptorului în perioada de topire este de 0,35 (bobina de şoc, transformatorul cuptorului şi reţeaua scurtă).

Se cere variaţia de tensiune la barele de alimentare provocată de funcţionarea cuptorului.

R e z o l v a r e

$$U_b = 6{,}3\ \text{kV}$$

$$X_s = \frac{U_b^2}{P_k} = \frac{6{,}3^2}{150} = 0{,}2645\ \Omega$$

$$P_{k_1} = 150\ \text{MVA}$$

$$X_1 = 0{,}068\ \Omega$$

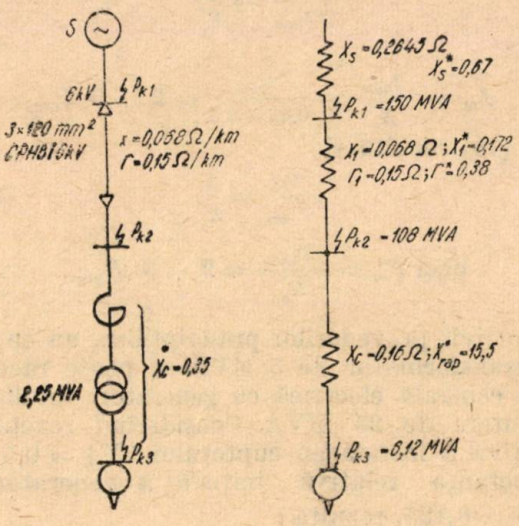


Fig. 1

$$P_b = 100\ \text{MVA}$$

$$X^* = \frac{P_b}{P_{sc}} = \frac{100}{150} = 0{,}67$$

$$P_{k_1} = 150\ \text{MVA}$$

$$X_1^* = X \frac{P_b}{U^2}$$

$$r_1^* = 0{,}15\ \Omega$$

$$Z_{rez} = \sqrt{0{,}15^2 + (0{,}2645 + 0{,}068)^2}$$

$$Z_{rez} = 0{,}365\ \Omega$$

$$P_{k_2} = \frac{6{,}3^2}{0{,}365} = 108\ \text{MVA}$$

$$X_c = X_c^* \cdot \frac{U_n^2}{P_n}$$

$$X_c = 0{,}35\,\frac{6{,}3^2}{2{,}25} = 6{,}16\ \Omega$$

$$X_{rez} = 0{,}2645 + 0{,}068 + 6{,}16 = 6{,}4925\Omega$$

r_{rez} 0,15 (se neglijează)

$$P_{k_3} = \frac{6{,}3^2}{6{,}4925} = 6{,}1\ \text{MVA}$$

Variaţia de tensiune va fi :

$$\frac{\Delta U_b}{U_b} = \frac{X_s}{X_s + X_c} = \frac{0{,}2645}{0{,}2645 + 0{,}068 + 6{,}16} =$$

$$= \frac{0{,}2645}{6{,}4925} = 4{,}07\,\%$$

$$X_1^* = 0{,}068 \cdot \frac{100}{6{,}3^2} = 0{,}172$$

$$r_1^* = r\,\frac{P_b}{U^2}$$

$$r_1 = 0{,}15 \cdot \frac{100}{6{,}3^2} = 0{,}38$$

$$Z_{rez}^* = \sqrt{0{,}38^2 + (0{,}67 + 0{,}172)^2}$$

$$Z_{rez}^* = 0{,}924$$

$$P_{k_2} = \frac{100}{0{,}924} = 108\ \text{MVA}$$

$$X_{c\,rap}^* = X_c^*\,\frac{P_b}{P_n}$$

$$X_{c\,rap}^* = 0{,}35\,\frac{100}{2\,125} = 15{,}5$$

$$X_{rez}^* = 0{,}67 + 0{,}172 + 15{,}5 = 16{,}342$$

$$r_{rez}^* = 0{,}38 \text{ (se neglijează)}$$

$$P_{k_3} = \frac{100}{16{,}342} = 6{,}1\ \text{MVA}$$

Dacă se aplică relaţia (12) se obţine acelaş rezultat :

$$\frac{\Delta U_b}{U_b} = \frac{P_{sc}}{150} = \frac{6{,}1}{150} = 4{,}07.$$

Exemplul 2. Un cuptor electric de 10 tone, cu transformator de 5 000 kVA şi cu o impedanţă relativă totală de 0,4 (bobina de şoc, transformatorul şi barele scurte), este alimentat de la barele de 6 kV ale unei staţii de tranformare de 110/35/6 kV, printr-un fider de 6 kV format din 3 cabluri de cupru de $3 \times 70\,\text{mm}^2$ în paralel. Barele de 6 kV ale staţiei de 110/35/6 kV la care este conectat cuptorul, sînt alimentate printr-un transformator de 110/6 kV de 20 MVA, avînd o tensiune de scurtcircuit de 10,5 %. Puterea de scurtcircuit la barele de 110 kV ale staţiei este de 1 500 MVA.

Se cere să se afle variaţia de tensiune la barele de 6 kV şi 110 kV ale staţiei

Rezolvare

$$U_b = 6{,}3\ \text{kV}$$

$$X_s = \frac{U^2}{P_n} = \frac{6{,}3^2}{1\,500} = 0{,}0264\ \Omega$$

$$P_{k_1} = 1\,500\ \text{MVA}$$

$$X_t = X_t^*\,\frac{U^2}{P_n} = 0{,}105\,\frac{6{,}3^2}{20}$$

$$X_t = 0{,}208\ \Omega$$

$$X_{rez1} = 0{,}0264 + 0{,}208 = 0{,}2344\ \Omega$$

$$P_{k2} = \frac{6{,}3^2}{0{,}2344} = 169\ \text{MVA}$$

$$X = \frac{0{,}036}{3} = 0{,}012\ \Omega$$

$$P_b = 100\ \text{MVA}$$

$$X_s^* = \frac{P_b}{P_k} = \frac{100}{1\,500} = 0{,}0667$$

$$P_{k_1} = 1\,500\ \text{MVA}$$

$$X_{t\,rap}^* = X_t^* \cdot \frac{P_b}{P_n} = 0{,}015\,\frac{100}{20}$$

$$X_t^* = 0{,}525$$

$$X_{rez\,1}^* = 0{,}667 + 0{,}0525 = 0{,}5917$$

$$P_{k_2} = \frac{100}{0{,}5917} = 169\ \text{MVA}$$

$$X^* = X\,\frac{P_b}{U^2}$$

$$X^* = 0{,}012\,\frac{100}{6{,}3^2} = 0{,}0303$$

$X_{rez2} = 0{,}2344 + 0{,}012 = 0{,}2464\ \Omega$

r_{rez} (se neglijează)

$$P_{k3} = \frac{6{,}3^2}{0{,}2464} = 161\ \text{MVA}$$

$$X_c = X_c^* \cdot \frac{U^2}{P_n}$$

$$X_c = 0{,}4\ \frac{6{,}3^2}{5} = 3{,}16\ \Omega$$

$$X_{rez3} = 0{,}2464 + 3{,}16 = 3{,}4064\ \Omega$$

$$P_{k4} = \frac{6{,}3^2}{3{,}4064} = 11{,}6\ \text{MVA}$$

$X^*_{rez2} = 0{,}5917 + 0{,}0303 = 0{,}6220$

$$P_{k3} = \frac{100}{0{,}6220} = 161\ \text{MVA}$$

$$X^*_{c\,rap} = X^*_c \cdot \frac{P_b}{P_n}$$

$$X^*_{c\,rap} = 0{,}4\ \frac{100}{5} = 8$$

$X^*_{c\,rez3} = 0{,}6220 + 8 = 8{,}622$

$$P_{k4} = \frac{100}{8{,}622} = 11{,}6\ \text{MVA}.$$

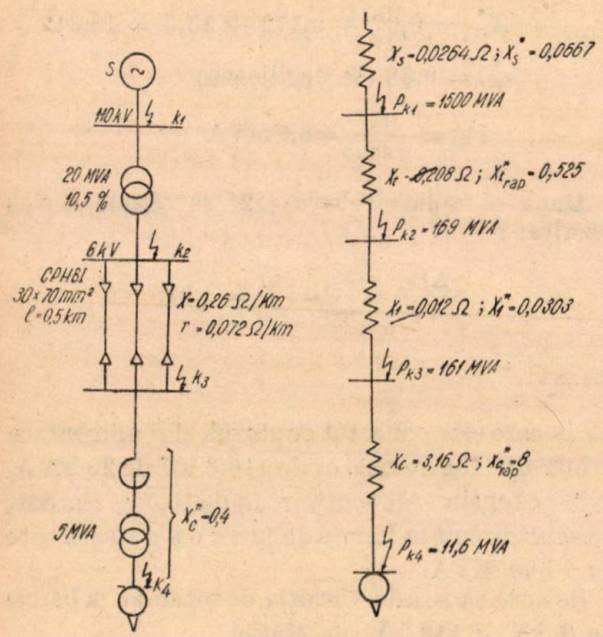


Fig. 2

Variația de tensiune la barele de 110 kV

$$\frac{\Delta U_b}{U_b} = \frac{X_s}{X_s + X_c} = \frac{0{,}0264}{3{,}4064} = 0{,}775\%.$$

Variația de tensiune la barele de 6 kV este

$$\frac{\Delta U_b}{U_b} = \frac{X_1}{X_s + X_c} = \frac{0{,}2344}{3{,}4064} = 6{,}87\%.$$

Aplicînd relația (12) rezultatele sînt aceleași :

— pentru barele de 110 kV

$$\frac{\Delta U_b}{U} = \frac{11{,}6}{1\,500} = 0{,}775\%$$

— pentru barele de 6 kV

$$\frac{\Delta U_b}{U} = \frac{11{,}6}{169} = 6{,}87\%.$$

Pentru a reduce variația de tensiune se poate introduce în coloana de alimentare a cuptorului, o reactanță suplimentară suficientă pentru a reduce P_{sc} la 20-a parte din P_{k2}.

P_{sc} sau P_{k4} trebuie deci să fie cel mult

$$\frac{1}{20} \cdot 169 = 8{,}45\ \text{MVA}$$

$$P_{k4} = \frac{39{,}6}{X_{rez}} = 8{,}45 \text{ deci } X_{rez} = \frac{39{,}6}{8{,}45} = 4{,}7\ \Omega.$$

Față de rezistența rezultantă de 3,4064 considerată mai sus, rezultă deci o diferență de 4,7 —3,4064 = 1,2936 ohmi care trebuie să fie realizată de reactor.

Reactanța în ohmi a reactorului este dată de relația :

$$X = \frac{X_r\%}{100} \cdot \frac{U_{nom}}{\sqrt{3} I_{nom}} \cdot \frac{U_b^2}{U_{real}^2}.$$

Inlocuind valorile cunoscute și punînd I_{nom} = 0,6 kA pentru a acoperi curentul nominal al cuptorului, avem :

$$1{,}2936 = \frac{X_r\%}{100} \cdot \frac{6}{\sqrt{3} \cdot 0{,}6} \cdot \frac{6{,}3^2}{6{,}3^2}$$

de unde :

$$X_r\% = 1{,}2936 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 0{,}6}{6}\ 100 = 22{,}3\%.$$

Reluînd calculul pe baza reactanțelor relative, pentru a reduce pe P_4 la valoarea 8,45 MVA, trebuie să avem îndeplinită condiția :

$$X^*_{rez} = \frac{100}{8{,}45} = 11{,}9.$$

Față de X^*_{rez} de 8,6 de mai sus, trebuie să adăugăm un reactor care se aibă valoarea relativă 3,3.

Aplicînd relația :

$$X^*_r = \frac{X_r\%}{100} \cdot \frac{P_b}{\sqrt{3} I_{nom}} \cdot \frac{U_{nom}}{U_{real}^2} \text{ și}$$

înlocuind valorile cunoscute:

$$3{,}3 = \frac{X_r\,\%}{100} \cdot \frac{100}{\sqrt{3}\,.0{,}6} \cdot \frac{6}{39{,}6}$$

se află:

$X_r\,\% = 22{,}3\,\%$ adică aceeaşi valoare ca mai sus.

După cum se vede, reactorul care ar fi necesar, ar avea o reactanţă relativă foarte mare. Evitarea instalării reactorului se poate face:

— prin mărirea puterii de scurtcircuit la barele la care se conectează cuptorul (transformator 110/6 kV mai mare sau în paralel cu alţi transformatori etc.).

— prin folosirea unui transformator special de 110/6 kV numai pentru alimentarea cuptoarelor cu arc şi deci admiterea la barele de 6 kV a unei variaţii de tensiune mai mare de 5%.

Bibliografie

[1] * * * Regulamentul de montare a instalaţiilor electrice, Ministerul Centralelor electrice U.R.S.S. ed. 2-a Editura Energetică de Stat-Moscova, 1950.

[2] *N. V. Okorogov*: Cuptoare electrice siderurgice, Editura I.D.T., Bucureşti.

[3] *Efroimovici Iu. E.* şi *Feighin V. I.*: Reglarea automată a cuptoarelor metalurgice cu arc. Editura Metalurghizdat, Moscova, 1951.

[4] *Ulianov S. A.*: Scurtcircuite în sisteme electrice, Editura Energetică de Stat, Bucureşti, 1954.

[5] *Rădulescu V.*, ing.: Funcţionarea cuptoarelor cu arc, racordate la reţele electrice trifazate de înaltă tensiune şi influenţa lor asupra reţelelor, Energetica şi Hidrotehnica, nr. 9—10/1954.

РАСЧЕТ КОЛЕБАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ВЫЗВАННОГО РАБОТОЙ ДУГОВЫХ ЭЛЕКТРОПЕЧЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Резюме

Сталеплавильные дуговые электропечи являются мощными рецепторами, в работе которых происходят резкие колебания нагрузки, вызывающие значительные колебания напряжения в питающих сетях.

В статье приводятся предписания ограничивающие это колебание и дается практический метод определения этих колебаний напряжения.

BERECHNUNG DER IN DEN ELEKTRISCHEN NETZEN DURCH DEN BETRIEB ELEKTRISCHER BOGENÖFEN HERVORGERUFENEN SPANNUNGSÄNDERUNG

Die für die Stahlschmelze verwendeten elektrischen Bogenöfen sind Verbraucher hoher Leistung, bei denen während des Betriebes plötzliche Lastschwankungen auftreten, die grosse Spannungsänderungen in der Versorgungsnetzen hervorrufen.

Der Aufsatz bringt die Vorschriften zur Bergrenzung dieser Schwankungen, sowie eine praktische Methode für die Bestimmung dieser Spannungsänderungen.

Contribuţii la calculul instalaţiilor pentru iluminatul exterior folosind proiectoare şi aparate de iluminat montate înclinat

II

Ing. P. MILITARU şi *Ing. W. SCHAPIRA*

5. Metode pentru calculul iluminărilor pe baza curbelor de iluminare relativă, cu ajutorul nomogramelor

Această metodă se poate folosi atît pentru aparate de iluminat simetrice, cît şi pentru aparate de iluminat cu raza mare de acţiune (proiectoare), care au două planuri de simetrie şi pentru care există trasate curbe de aceiaşi iluminare relativă. Cu ajutorul nomogramelor propuse se pot găsi de asemenea pe plan puncte de o anumită iluminare, deci se poate construi o curbă isolux, ceea ce nu este posibil cu metoda precedentă.

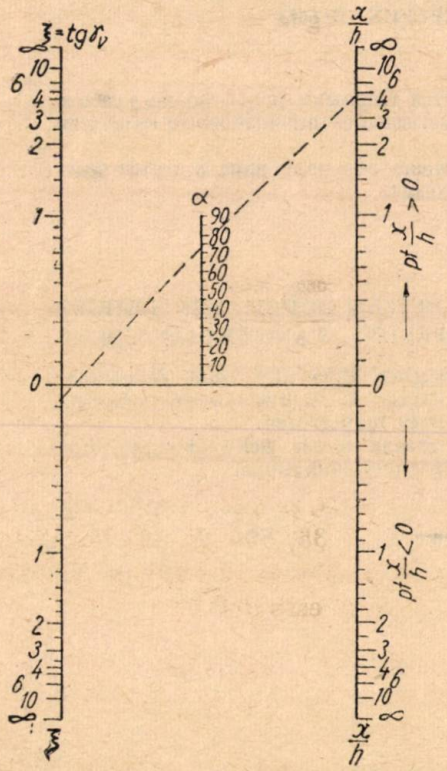


Fig. 13 Nomograma pentru determinarea mărimii $\xi = \operatorname{tg} \gamma_v$ în funcţie de unghiul de înclinare α şi de raportul $\frac{x}{h}$.

Exemplu de calcul trasat pe figură.: Date: $\frac{x}{h} = 5$, $\alpha = 75°$ Rezultă: $\xi = \operatorname{tg} \gamma_v = 0{,}06$.

a) Calculul iluminării date de proiectoare. Pentru calculul iluminării date de proiectoare şi în general de aparate de iluminat cu două planuri de simetrie, se folosesc în această metodă nomogramele cu puncte aliniate din fig. 8, 13, 14 şi 15.

Nomograma din fig. 13 este de tipul adiţional cu trei suporţi drepţi şi serveşte pentru reprezentarea nomografică a relaţiilor (8), (8′) şi (8″). Pe suportul din stînga sînt reprezentate valorile unghiului γ_v, pe suportul din mijloc valorile unghiului α, iar pe suportul din dreapta valorile unghiului δ. Pe suportul din stînga s-au notat valorile coordonatei $\xi = \operatorname{tg} \gamma_v$ în loc de valorile unghiului γ_v, iar pe suportul din dreapta valorile raportului $\frac{x}{h} = \operatorname{tg} \delta$ în locul valorilor unghiului δ.

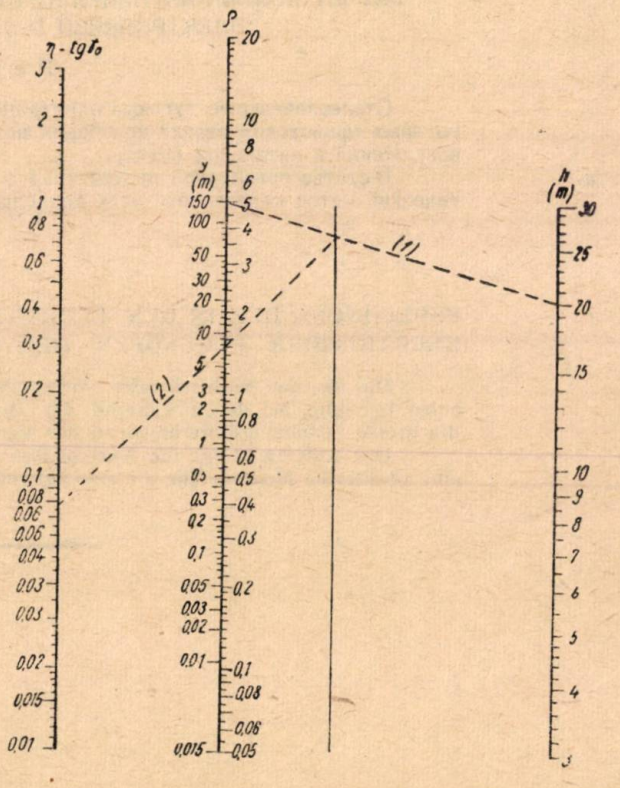


Fig.14 Nomograma pentru determinarea mărimii η în funcţie de h, ρ şi y. Exemplu de calcul trasat pe figură: Date: $h = 20$ m, $\rho = 5{,}11$, $y = 8$. Rezultă: $\eta = 0{,}078$.

Fig. 14 reprezintă nomografic relaţia (9) scrisă sub forma :

$$\log Z = \log y - \log \operatorname{tg}\gamma_0 = \log \rho + \log h$$

rezultatul fiind o nomogramă complexă obţinută prin alăturarea a două nomograme adiţionale cu scări logaritmice. Scările mărimilor ρ şi y sînt aşezate pe acelaşi suport drept. Suportul mărimii auxiliare Z nu este gradat.

Nomograma din fig. 15 este de asemenea realizată prin alăturarea a două nomograme

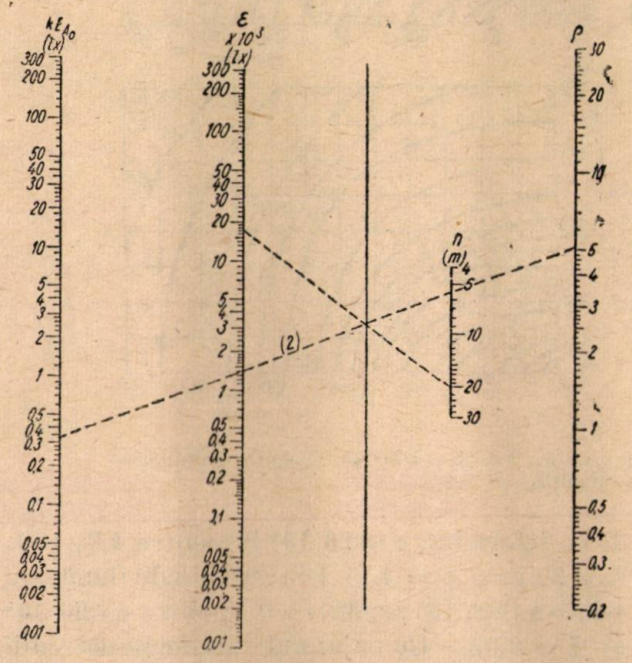


Fig. 15. Nomograma pentru deteminarea iluminării kE_{A0} în funcţie de ε, ρ şi h. Exemplu de calcul trasat pe figură. Date : $\rho = 5{,}11$ $h = 20$ m, $\varepsilon = 17{,}10^3$. Rezultă $kE_{A0} = 0{,}32$ lx.

adiţionale cu scări logaritmice şi reprezintă expresia (15) scrisă sub forma :

$$\log (k E_{A0}) + 3 \log \rho = \log \varepsilon - 2 \log h = \log t.$$

Suportul mărimii auxiliare t nu este gradat.

Pentru determinarea mărimii ε necesară în această metodă de calcul, trebuie să existe curbele de aceiaşi iluminare relativă ale aparatului de iluminat respectiv. In fig. 16 sînt indicate spre exemplificare curbele de aceeaşi iluminare relativă ale proiectelor sovietice PZ 35 şi PZO 45 cu lămpi de 500 şi 1 000 W.

Pentru calculul iluminării produse de proiectoare nu prezintă interes practic cazul *III* din fig. 3 tratat în § 2 deoarece aceste aparate dispersează fluxul luminos într-un unghi util de ordinul gradelor, astfel că mărimea ρ' nu intervine în calcule.

Pentru o mai bună ilustrare a acestei metode, se va arăta rezolvarea cîtorva exemple de calculul iluminării date de proiectoare, prin metoda analitică şi cu ajutorul nomogramelor.

Exemplul 2. Proiectorul PZ 35 cu lămpi de 500 W, 127 V este montat la o înălţime de 20 m deasupra terenului de iluminat (fig. 17) cu un unghi de înclinare a axului său optic $\alpha = 75°$. Se cere să se calculeze valoarea iluminării orizontale în punctul A_1, care are coordonatele $x = 100$ şi $y = 8$ (măsurate pe plan).

Se calculează mai întîi coordonata x_0 a punctului D :

$$x_0 = h \operatorname{tg} \alpha = 20 \cdot 3{,}73 = 74{,}6 \text{ m.}$$

Cu ajutorul raportului $\frac{x}{h} = \frac{100}{20} = 5$ se calculează mărimile ρ, ξ şi η :

$$\rho = \cos \alpha + \frac{x}{h} \sin \alpha = 0{,}26 + 5 \cdot 0{,}97 = 5{,}11$$

$$\xi = \operatorname{tg} \gamma_v = \frac{\frac{x}{h}\cos\alpha - \sin\alpha}{\rho} = \frac{5 \cdot 0{,}26 - 0{,}97}{5{,}11} = 0{,}0645$$

$$\eta = \operatorname{tg} \gamma_0 = \frac{y}{\rho h} = \frac{8}{5{,}11.20} = 0{,}0785.$$

In funcţie de ξ şi η se citeşte în fig. 16 pentru proiectorul PZ 35, 500 W, 127 V valoarea iluminării relative $\varepsilon = 17 \cdot 10^3$ lx. Valoarea iluminării căutate este deci :

$$kE_{A0} = \frac{\varepsilon}{\rho^3 h^2} = \frac{17.10^3}{5{,}11^3.20^2} = 0{,}32 \text{ lx.}$$

Prin utilizarea nomogramelor din fig. 8, 13, 14 şi 15, calculul se reduce la cîteva citiri. Astfel din nomograma fig. 8 se citeşte $\rho = 5{,}11$ în funcţie de $\frac{x}{h} = 5$ şi $\alpha = 75°$, folosind de preferinţă scările I', II' şi III'. In nomograma din fig. 13 se uneşte apoi printr-o dreaptă punctul $\frac{x}{h} = 5$ cu punctul $\alpha = 75°$ şi se citeşte $\xi = \operatorname{tg} \gamma_v = 0{,}06$. Trecînd apoi la nomograma din fig. 14 se trasează mai întîi o dreaptă prin punctele $\rho = 5{,}11$ şi $h = 20$ m ; se uneşte apoi punctul de intersecţie obţinut pe scara oarbă cu punctul $y = 8$ şi se obţine pe suportul respectiv valoarea coordonatei $\eta = 0{,}078$. In funcţie

de $\xi = 0{,}06$ şi $\eta = 0{,}078$ se citeşte în fig. 16 iluminarea relativă $\varepsilon = 17 \cdot 10^3$ lx. Insfîrşit valoarea căutată a iluminării kE_{A_0} se citeşte

grama din fig. 13 se citeşte $\xi = 0{,}02$ în funcţie de $\frac{x}{h} = 4$ şi $\alpha = 75°$. In nomograma din fig.

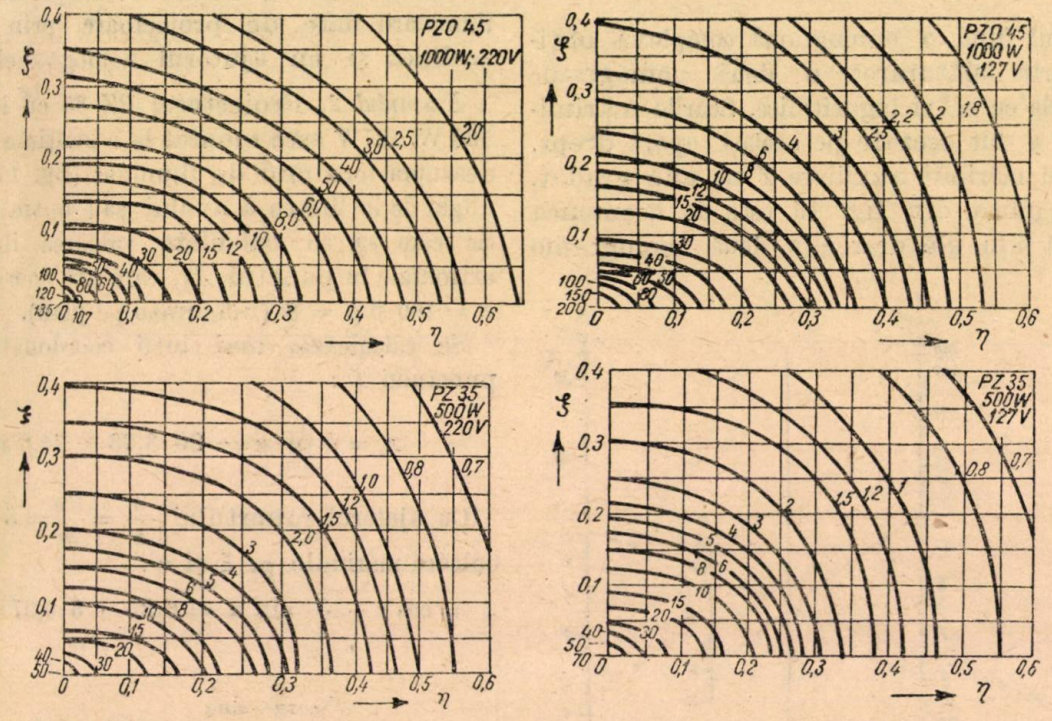


Fig. 16. Curbele de iluminare relativă ale proiectoarelor sovietice PZ 35 şi PZO 45. (Valorile iluminărilor din diagramă trebuie înmulţite cu 10^3).

în fig. 15 astfel: se uneşte mai întîi printr-o dreaptă punctele $\varepsilon = 17 \cdot 10^3$ şi $h = 20$ m obţinîndu-se la intersecţie un punct pe scara oarbă; din acest punct se duce o altă dreaptă prin

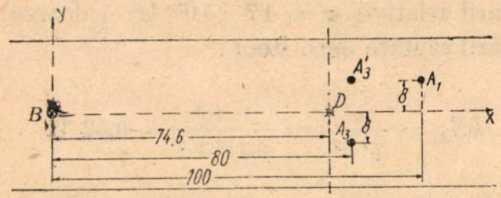


Fig. 17. Pentru exemplu de calcul.
B – proiecţia centrului *O* al proiectorului; *D* – intersecţia axului optic al proiectorului cu suprafaţa terenului

punctul $\rho = 5{,}11$ şi se obţine astfel $kE_{A_0} = 0{,}32$ lx.

Exemplul 3. Pentru acelaşi proiector din exemplul precedent se cere să se determine cu ajutorul nomogramelor ordonata y a unui punct A_3 situat la o distanţă $x = 80$ m şi care să aibă o iluminare $kE_{A_0} = 1$ lx.

Pentru $\frac{x}{h} = \frac{80}{20} = 4$ şi $\alpha = 75°$, se citeşte în nomograma din fig. 8, $\rho = 4{,}15$. In nomo-

15 se determină $\varepsilon = 26 \cdot 10^3$ lx pentru $kE_{A_0} = 1$, $h = 20$ m şi $\rho = 4{,}15$. Din curbele de iluminare relativă (fig. 16) rezultă $\eta = 0{,}1$ pentru $\varepsilon = 26 \cdot 10^3$ şi $\xi = 0{,}02$. Cu ajutorul nomogramei din fig. 14 se calculează însfîrşit coordonata căutată $y = 8$ pentru $\rho = 4{,}15$, $h = 20$ m şi $\eta = 0{,}1$. Punctul A_3' de coordonate $x = 80$ şi $y' = -8$ are aceiaşi iluminare $kE_{A_0} = 11$ lx.

b) Calculul iluminării date de aparate simetrice. Metoda de calculul iluminării pe baza iluminărilor relative se simplifică la aparatele de iluminat simetrice, deoarece în acest caz iluminările relative ε depind numai de tg γ, deci numai de unghiul γ. Pentru aparatele de iluminat simetrice se folosesc pe lîngă nomogramele prezentate anterior în fig. 8 şi 15, o nouă nomogramă proiectată pentru aceste aparate (fig. 18).

Nomograma din fig. 18 este identică cu nomograma din fig, 9 cu deosebire că pe scara mărimii cos γ se scriu de astă dată valorile iluminării relative ε, deoarece există o dependenţă directă între cele două mărimi. Pentru mai multe aparate de iluminat se pot de asemenea înscrie valorile iluminării relative pe o serie de

suporți paraleli cu scara cosinusului la fel ca în fig. 9.

Folosirea nomogramelor va fi ilustrată printr-un exemplu de calcul.

Exemplul 4. Se cere să se determine iluminarea punctului A_1 din exemplul 1 (fig. 11) cu ajutorul nomogramelor din fig. 8, 15, și 18. Pentru

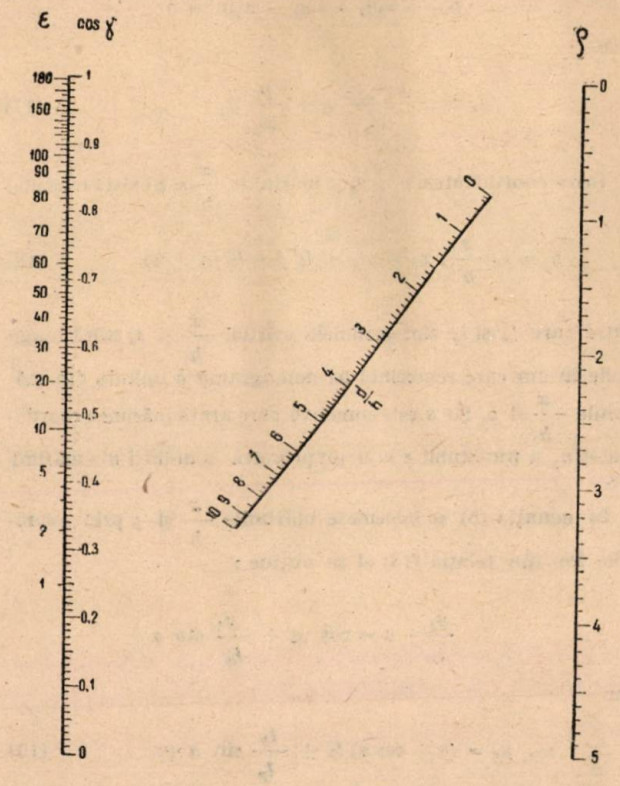


Fig. 18. Nomograma pentru determinarea mărimii cos γ și a iluminării relative ε în funcție de ρ (sau ρ′) și $\frac{d}{h}$ la aparatul de iluminat NG 500 cu lampa în poziția inferioară.

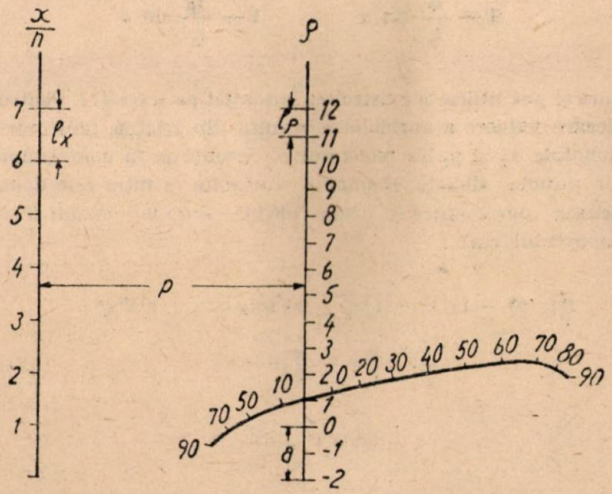


Fig. 19. Nomograma pentru calculul expresiilor $\rho = \cos\alpha + \frac{x}{h}\sin\alpha$ și $\rho' = \cos\alpha - \frac{x}{h}\sin\alpha$.

aceasta se determină cu ajutorul nomogramei din fig. 8 $\rho = 1{,}77$ pentru $\frac{x}{h} = 1{,}66$ și $\alpha = 35°$. Trecînd apoi la nomograma din fig. 18 se citește $\cos\gamma = 0{,}79$ și $\varepsilon = 75$ lx în funcție de $\frac{d}{h} = 2$. Insfîrșit cu ajutorul nomogramei din fig. 15 se determină $kE_{A_0} = 0{,}18$ lx pentru $\varepsilon = 75$ lx, $h = 9$ și $\rho = 1{,}77$. Se observă că rezultatele obținute prin ambele metode sînt practic identice.

Exemplul 5. Pentru aparatul de iluminat simetric din exemplul 1 să se determine ordonata y a unui punct A_5 (fig. 11) situat la o distanță $x = 18$ m și care să aibe o iluminare $kE_{A0} = 0{,}14$ lx; se va folosi metoda curbelor de egală iluminare relativă.

Pentru $\frac{x}{h} = \frac{18}{9} = 2$ și $\alpha = 35°$ se citește pe nomograma din fig. 8 $\rho = 1{,}95$, iar pe nomograma din fig. 15 se citește $\varepsilon = 75$ lx pentru $\rho = 1{,}95$, $h = 9$ m și $kE_{A_0} = 0{,}14$ lx.

Pe nomograma din fig. 18 se citește $\frac{d}{h} = 2{,}26$ pentru $\rho = 1{,}95$ și $\varepsilon = 75$ lx. Cu ajutorul raportului $\frac{d}{h} = 2{,}26$ se determină $d = 2{,}26 \cdot 9 = 20{,}4$ și însfîrșit $y = \sqrt{d^2 - x^2} = \sqrt{20{,}4^2 - 18^2} = 9{,}6$ m.

Punctul A_5' avînd coordonatele $x = 18$ m și $y = -9{,}6$ m are aceeași iluminare $kE_{A_0} = 0{,}14$ lx

Concluzii

Din cele expuse mai sus se vede că prin tratarea unitară a ambelor metode de calcul a iluminării s-a reușit să se arate mai limpede legătura care există între ele și să se simplifice operațiile de calcul; acest lucru apare evident din faptul că nomograma din fig. 8 (nomograma pentru calculul mărimii ρ (ρ′) este utilizată în ambele metode.

Fiecare din metodele prezentate are domeniul ei de aplicare bine conturat. Astfel metoda pentru determinarea iluminării cu ajutorul intensității luminoase poate fi utilizată în cazul aparatelor simetrice pentru care există trasată curba fotometrică $I = f(\gamma)$; se înțelege că punctul de calcul trebuie să fie situat la o asemenea distanță de aparatul de iluminat încît acesta să poate fi considerat drept o sursă punctiformă. Nomogramele proiectate permit calcularea valorilor iluminărilor pentru puncte situate la distanțe egale cu de 5 ori înălțimeă de montare a aparatului de iluminat, distanța considerată drept suficientă pentru toate calculele practice.

Metoda pentru calculul iluminării cu ajutorul curbelor de egală iluminare relativă se poate utiliza atunci cînd pentru aparatele de iluminat respective există curbele de egală iluminare relativă trasată. Folosirea ei se recomandă în cazul aparatelor de iluminat avînd fluxul luminos concentrat într-un con de dispersiune cu unghi mic ca de exemplu proiectoarele. Nomogramele construite pentru această metodă permit calcularea valorilor iluminărilor pentru puncte situate la distanțe egale cu de 16 ori înălțimea de montare a aparatelor de iluminat.

Prin determinarea limitei semiplanului iluminat se oferă posibilitatea stabilirii de la început a domeniului în care trebuie efectuate calculele.

Intrebuințînd în mod exclusiv nomograme se elimină complet calculele reducîndu-se astfel în mod sensibil timpul necesar determinării valorilor de iluminare.

Mai trebuie precizat că nomogramele din fig. 10 și 15 au un caracter mai general, putînd fi utilizate pentru calculul iluminării prin metoda punct cu punct indeferent de faptul dacă aparatul de iluminat este montat înclinat sau nu. In acest fel nomogramele pot fi folosite și pentru orice fel de calcule de iluminare plecînd fie de la intensitatea luminoasă (nomograma din fig. 10), fie de la curbele de egală iluminare relativă (nomograma din fig. 15).

Anexa 1. **Nomograma pentru calculul expresiilor**

$$\rho = \cos\alpha + \frac{x}{h}\sin\alpha \quad \text{și} \quad \rho' = \cos\alpha - \frac{x}{h}\sin\alpha$$

Pentru calculul expresiei $\rho(\rho')$ se poate construi o nomogramă cu puncte aliniate.

În nomograma pentru calculul mărimii ρ(fig. 19) suporții axelor pe care se notează valorile mărimilor ρ și x/h sînt drepte paralele, iar suportul axei pentru variabila α este o curbă. Valorile mărimilor ρ și $\frac{x}{h}$ care satisfac ecuația (5) sînt reprezentate în nomogramă prin trei puncte coliniare. Dacă se notează față de un sistem de axe cu (x_1,y_1), (x_2,y_2) și (x_3,y_3) coordonatele punctelor aflate pe cei trei suporți, relația fundamentală a nomogramelor cu puncte aliniate este dată de condiția de colinearitate a punctelor, adică :

$$\begin{vmatrix} 1 & x_1 & y_1 \\ 1 & x_2 & y_2 \\ 1 & x_3 & y_3 \end{vmatrix} = 0$$

sau

$$x_2y_3 - x_3y_2 - x_1y_3 + x_3y_1 + x_1y_2 - x_2y_1 = 0. \qquad (16)$$

Pentru mărimea $\frac{x}{h}$ se alege suportul *I*, pentru ρ suportul *III* iar pentru α suportul *II*.

Alegînd axele $O\ x\ y$ astfel încît axa y să coincidă cu suportul mărimii $\frac{x}{h}$, iar punctul $\frac{x}{h} = 0$ să fie situat chiar în origine rezultă

$$x_1 = 0\ ;\ x_3 = p$$

în care p este distanța între suporții ρ și $\frac{x}{h}$. Relația (16) devine deci :

$$py_1 + x_2y_3 - py_2 - x_2y_1 = 0$$

sau

$$y_3 = -\frac{p - x_2}{x_2}y_1 + \frac{p}{x_2}y_2. \qquad (17)$$

Între coordonatele y_1 și y_3 și mărimile $\frac{x}{h}$ și ρ există relațiile:

$$y_1 = l_x\frac{x}{h}\ ;\ y_2 = al_\rho + l_\rho\,\rho = l_\rho(a + \rho) \qquad (18)$$

între care l_x și l_ρ sînt modulele scărilor $\frac{x}{h}$ și ρ, adică lungimile în cm care reprezintă pe nomogramă o unitate din mărimile $\frac{x}{h}$ și ρ, iar a este numărul care arată mărimea coordonatei y_3 a punctului $\rho = 0$ (exprimată în unități ale mărimi ρ).

În ecuația (5) se înlocuiesc mărimile $\frac{x}{h}$ și ρ prin expresiile lor din relația (18) și se obține :

$$\frac{y_3}{l_\rho} - a = \cos\alpha + \frac{y_1}{l_x}\sin\alpha$$

sau

$$y_3 = (a + \cos\alpha)\,l_\rho + \frac{l_\rho}{l_x}\sin\alpha\cdot y_1. \qquad (19)$$

Identificînd relația (17) și (19) rezultă ecuațiile parametrice ale scării *III*.

$$x_2 = \frac{p}{1 - \frac{l_\rho}{l_x}\sin\alpha}\ ;\ y_2 = \frac{l_\rho(a + \cos\alpha)}{1 - \frac{l_\rho}{l_x}\sin\alpha} \qquad (20)$$

care se pot utiliza la construirea gradației pe scara *III*. Pentru fiecare valoare a unghiului α rezultă din relațiile (20) coordonatele x_2 și y_2 ale punctului reprezentativ în nomograma cu puncte aliniate. Eliminînd variabila α între cele două ecuații parametrice se poate obține ecuația analitică a suportului curb :

$$l_\rho^2[(a^2 - 1)\,V^2 + 1]x_2^2 - 2V^2pl_\rho\,axy + p^2V^2y^2 - $$

$$- 2\,p\,l_\rho^2\,x + l_\rho^2p^2 = 0 \qquad (21)$$

unde $V = \frac{l_\rho}{l_x}$.

Ecuația (21) este o conică avînd ecuația generală :

$$Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + 2Dx + 2Ey + F = 0$$

în care :

$$A = l_\rho^2 [(a^2 - 1)\ V^2 + 1]$$
$$B = -\ V^2\, p\, l_\rho\, a$$
$$C = p^2\, V^2$$
$$D = -\ p\, l_\rho^2$$
$$E = 0$$
$$F = l_\rho^2\, p^2.$$

Studiind analitic curba dată de ecuaţia (21) rezultă :

$$\Delta = \begin{vmatrix} A & B & D \\ B & C & E \\ D & E & F \end{vmatrix} = -\ l_\rho^4\, p^4 V^4\ ;$$

$$\delta = AC - B^2 = l_\rho^2\, p^2\ \ V^2\ (1 - V^2)$$

$$\eta = A + C = l_\rho^2\ [(a^2 - 1) V^2 + 1] + p^2 v^2.$$

Alegînd diferite valori pentru modulele l_x şi l_ρ discriminantul δ poate fi pozitiv $\left(V = \frac{l_\rho}{l_x} < 1\right)$, negativ $\left(V = \frac{l_\rho}{l_x} > 1\right)$ şi egal cu zero $\left(V = \frac{l_\rho}{l_x} = 1\right)$ Suportul curb *III* poate fi deci o elipsă reală ($\delta > 0$; $\eta\Delta < 0$), o hiperbolă ($\delta < 0$) sau o parabolă ($\delta = 0$).

Deoarece în cazul nostru era necesar utilizarea întregului domeniu cuprins între $-90°$ şi $+90°$ s-a considerat ca utilă realizarea suportului curb în formă de elipsă.

Alegînd în acest scop $l_\rho = 1$; $l_x = 2$; $p = 10$ şi $a = 2$ rezultă ecuaţiile parametrice ale elipsei.

$$x_2 = \frac{10}{1 - 0{,}5 \sin \alpha}\ ; \qquad y_2 = \frac{2 + \cos \alpha}{1 - 0{,}5 \sin \alpha}\ . \qquad (22)$$

Cu ajutorul ecuaţiilor parametrice (22) se poate construi toată elipsa, ţinînd seama că pentru valorile negative ale raportului $\frac{x}{h}$ (valoarea ρ' din zona *III*-a de calcul) ele iau forma :

$$x_2 = \frac{p}{1 + \frac{l_\rho}{l_x} \sin \alpha}\ ; \qquad y_2 = \frac{l_\rho\ (a + \cos \alpha)}{1 + \frac{l_\rho}{l_x} \sin \alpha} \qquad (22')$$

sau

$$x_2 = \frac{10}{1 + 0{,}5 \sin \alpha} \quad \text{şi} \quad y_2 = \frac{2 + \cos \alpha}{1 + 0{,}5 \sin \alpha}\ .$$

Acest lucru se observă de altfel imediat deoarece ecuaţia intrisecă care rezultă din ecuaţiile parametrice (22′) este identică cu ecuaţia (21).

Bibliografie

[1] *Goldstein B. A.* Calculul iluminărilor de la aparate de iluminat montate înclinat (Rasciot osveşcenosti ot naclonno ustanovlennih svetilinicov), Svetotehnica nr. 3 1955.

[2] *N. Gheorghiu, P. Militaru* : Iluminatul electric, Editura Energetică de Stat, 1953.

[3] *Knoring G. M.* : Proiectarea iluminatului electric (Proektirovanie elektriceskogo osveşcenia G.E.I. 1950).

[4] *Avramescu A.* Construcţia şi utilizarea nomogramelor Bul. Soc. Politehnice din RPR, nr. 4—6, aprilie-mai-iunie, 1948.

[5]. *Pentcovschi* : Nomografia, Traducere din limba rusă (după ediţia Moscova, 1948). Editura Tehnică, 1954,

★

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА УСТАНОВОК ВНЕШНЕГО ОСВЕЩЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАКЛОННО РАСПОЛОЖЕННЫХ ПРОЖЕКТОРОВ И ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Резюме

Описываются два способа расчета освещения прожекторами и наклонно установленными симметричными осветительными приборами, причем используются номограммы с линейно расположенными точками, проектированными для данных расчетов.

С целью лучшего пояснения предлагаемых расчетных методов в систематизированной форме приводятся формулы, необходимые для расчета освещения во всех практических случаях.

★

BEITRÄGE ZUR BERECHNUNG VON AUSSBELEUCHTUNGSANLAGEN BEI VERWENDUNG VON GENEIGT MONTIERTEN SCHEINWERFERN UND BELEUCHTUNGSKÖRPERN

Es werden zwei Verfahren beschrieben für die Berechnung der von symetrischen, geneigt montierten Scheinwerfern und Leuchtkörpern erzeugte Beleuchtung, unter Verwendung von für diesen Berechnungen entworfenen Nomogramme.

Zwecks eines besseren Verständnisses der vorgeschlagenen Berechnungsmethoden bringt der Aufsatz gleichzeitig eine systematisierte Darstellung der in der Praxis für alle Fälle verwendeten Formeln für die Berechnung von Beleuchtungen.

Repartiţia optimă între volumele lacurilor de acumulare a două centrale hidroelectrice în cascadă

Ing. A. COGĂLNICEANU, Ing. I. FURMAN

În articol se propune o metodă pentru determinarea volumului util a lacurilor de acumulare a două hidrocentrale în cascadă, pe bază de considerente energoeconomice

Pe multe din rîurile de munte ale ţării noastre se pot realiza în condiţii avantajoase două sau mai multe uzine hidroelectrice în cascadă. In acest caz este raţional ca după construirea unei uzine să se continue amenajarea celorlalte trepte economice realizîndu-se în acest fel o serie de avantaje importante atît în investiţii cît şi în exploatare.

Una din problemele importante care se pune în proiectarea uzinelor hidroelectrice în cascadă este aceea a alegerii parametrilor de bază ai fiecărei amenajări în parte, în aşa fel ca întregul hidrocentru să prezinte caracteristici energoeconomice optime.

Uneori condiţiile geo-morfologice permit realizarea a două sau mai multe uzine în cascadă care să dispună fiecare de posibilităţi de amenajare ale unor mari lacuri de acumulare. In acest caz se pune problema alegerii volumelor optime ale acestor lacuri de acumulare, respectiv a înălţimii optime ale barajelor acestor amenajări.

Prin supraînălţarea barajului se realizează o mărire a volumului util şi o creştere a producţiei anuale de energie, datorită reducerii volumului de apă deversat şi creşterii căderii medii. Sporul relativ de energie este cu atît mai mic cu cît căderea uzinei este mai mare ($\Delta H/H$ foarte mic). In cazul uzinelor de mare cădere, lacul de acumulare are în special rolul de a îmbunătăţi calitatea energiei, prin asigurarea unei cantităţi mai mari de energie garantată.

In cazul a două uzini hidroelectrice, dispunînd fiecare de posibilitatea de amenajare a unui mare lac de acumulare, o anumită cantitate de energie garantată poate fi asigurată de o infinitate de combinaţii între volumele celor două lacuri. Problema care se pune este aceea a alegerii combinaţiei celei mai avantajoase între volumele acestor lacuri de acumulare, pentru o anumită valoare a energiei garantate.

Mai jos se va examina cazul a două uzine hidroelectrice cu acumulare funcţionînd preponderent energetic.

In fig. 1 s-au reprezentat în mod schematic cele două uzini hidroelectrice. Lacul A regularizează debitele corespunzătoare bazinului de recepţie A, utilizîndu-le sub căderea H_1 a uzinei I. Prin lacul B trec debitele Q_A ale uzinei I şi debitele Q_B, corespunzătoare bazinului de recepţie B. Debitul total Q_{AB} este utilizat sub căderea H_2 a uzinei II.

Se poate face ipoteza că debitul Q_A nu este regularizat în lacul B, deoarece el trece prin uzina II pe măsură ce soseşte din uzina I. Atunci cele două uzine hidroelectrice se pot

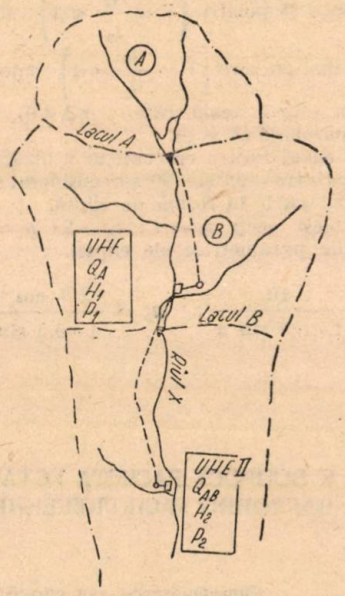


Fig. 1. Schema de amenajare a uzinelor I şi II

înlocui din punct de vedere funcţional cu alte două uzine fictive, reprezentate în fig. 2 şi 3.

Astfel uzina I poate fi înlocuită prin uzina I′, în care debitul Q_A se utilizează sub căderea însumată $H_{12} = H_1 + H_2$ a celor două uzine iar uzina II poate fi înlocuită prin uzina II′ în care, în locul debitului Q_{AB} se uzinează numai debitul $Q_B = Q_{AB} - Q_A$ sub căderea H_2.

Energia medie zilnică corespunzătoare debitului minim regularizat în anul secetos care poate fi asigurată de hidrocentrul format din cele două uzine va fi:

$$E_{as} = 24\ (P_{asI} + P_{asII}) = 24\ (P_{asI}' + P_{asII}') \qquad (1)$$

Din relaţia 1 se vede că energia medie asigurată a hidrocentrului este proporţională cu puterea medie corespunzătoare debitului minim

regularizat în cele două uzine în anul secetos (puterea medie asigurată : $P_{as} = P_{asI}' + P_{asII}'$)

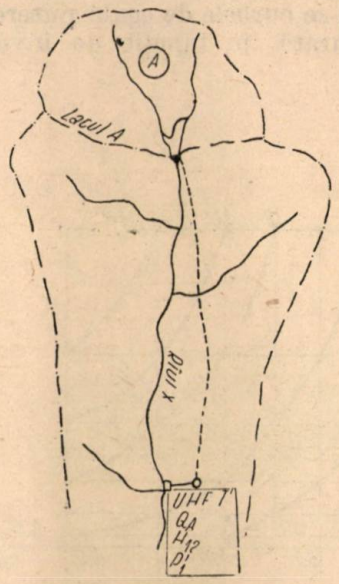


Fig. 2. Schema de amenajare a uzinei fictive I'

Ţinînd seama că,

$$P_{asI}' = 9{,}81 \times \eta_{12} \times Q_{asA} \times H_{12}$$

$$P_{asII}' = 9{,}81 \times \eta_2 \times Q_{asB} \times H_2$$

se poate pune :

$$P_{as} = 9{,}81 \times (\eta_{12} \times Q_{asA} \times H_{12} + \eta_2 \times Q_{asB} \times H_2) \quad (2)$$

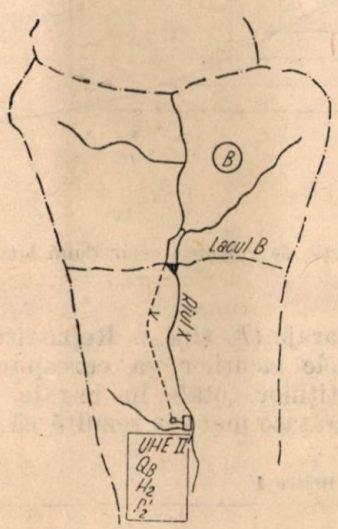


Fig. 3. Schema de amenajare a uzinei fictive II'

Aici :

η_{12} este randamentul global mediu al celor două amenajări ;

Q_{asA} — debitul minim regularizat asigurat în lacul A ;

H_{12} — căderea însumată a celor două amenajări ($H_{12} = H_1 + H_2$)

η_2 — randamentul global al uzinei II ;

Q_{asB} — debitul minim regularizat asigurat în lacul B ;

H_2 — căderea uzinei II.

Mărimea debitelor asigurate Q_{asA} şi Q_{asB} este în funcţie de mărimea lacurilor respective.

$$Q_{asA} = \varphi_A (V_A) \text{ şi } Q_{asB} \ \varphi_B \ (V_B) \quad (3)$$

Introducînd expresiile 3 în relaţia 2, obţinem :

$$P_{as} = 9{,}81 \times [\eta_{12} \times \varphi_A (V_A) \times H_{12} + \eta_2 \times \times \varphi_B (V_B) \times H_2] \quad (4)$$

Mărimea termenilor η_{12} şi η_2, se poate aprecia cu suficientă exactitate pe baza datelor statistice asupra randamentelor globale ale centralelor hidroelectrice iar mărimea căderilor H_{12} şi H_2 se poate stabili prin calcul, pe baza curbelor capacităţii lacurilor A şi B şi pe baza planurilor de exploatare.

In concluzie rezultă :

$$P_{as} = K[f_A (V_A) + f_B (V_B)] \quad (5)$$

Relaţia 5 poate fi reprezentată sub forma unei familii de curbe de egală putere sau energie medie asigurată într-o diagramă ale cărei axe coordonate sînt V_A şi V_B (fig. 4).

In primă aproximaţie, repartiţia între volumele V_A şi V_B va fi optimă atunci cînd suma volumelor celor două lacuri de acumulare va fi minimă pentru o anumită putere (energie) medie asigurată, adică

$$Z = V_A + V_B = \min. \quad (6)$$

In sistemul de coordonate V_A, V_B, fiecare curbă de egală putere (energie) asigurată este o funcţie continuă de formă

$$V_B = F (V_A) \quad (7)$$

Relaţia 6 se poate scrie sub forma :

$$Z = F (V_A) + V_A \quad (8)$$

Minimul relaţiei 8 va avea loc pentru :

$$\frac{dZ}{dV_A} = F' (V_A) + 1 = 0 \quad (9)$$

Adică atunci cînd

$$F' (V_A) = -1$$

Pe cale grafică minimul relaţiei 8 poate fi stabilit prin determinarea pe curba puterii

(energiei) medii asigurate, a punctului în care tangenta la această curbă formează un unghi de —45° cu axa volumelor V_A.

Acest punct poate fi determinat pentru fiecare curbă în parte. Prin unirea lor se poate stabili

două baraje în funcție de volumele lacurilor de acumulare: $I_A = \psi_A(V_A)$ și $I_B = \psi_B(V_B)$.

In acest caz, calculul se conduce în mod analog, construindu-se curbele de egală putere (energie) medie asigurată, în funcție de investițiile în

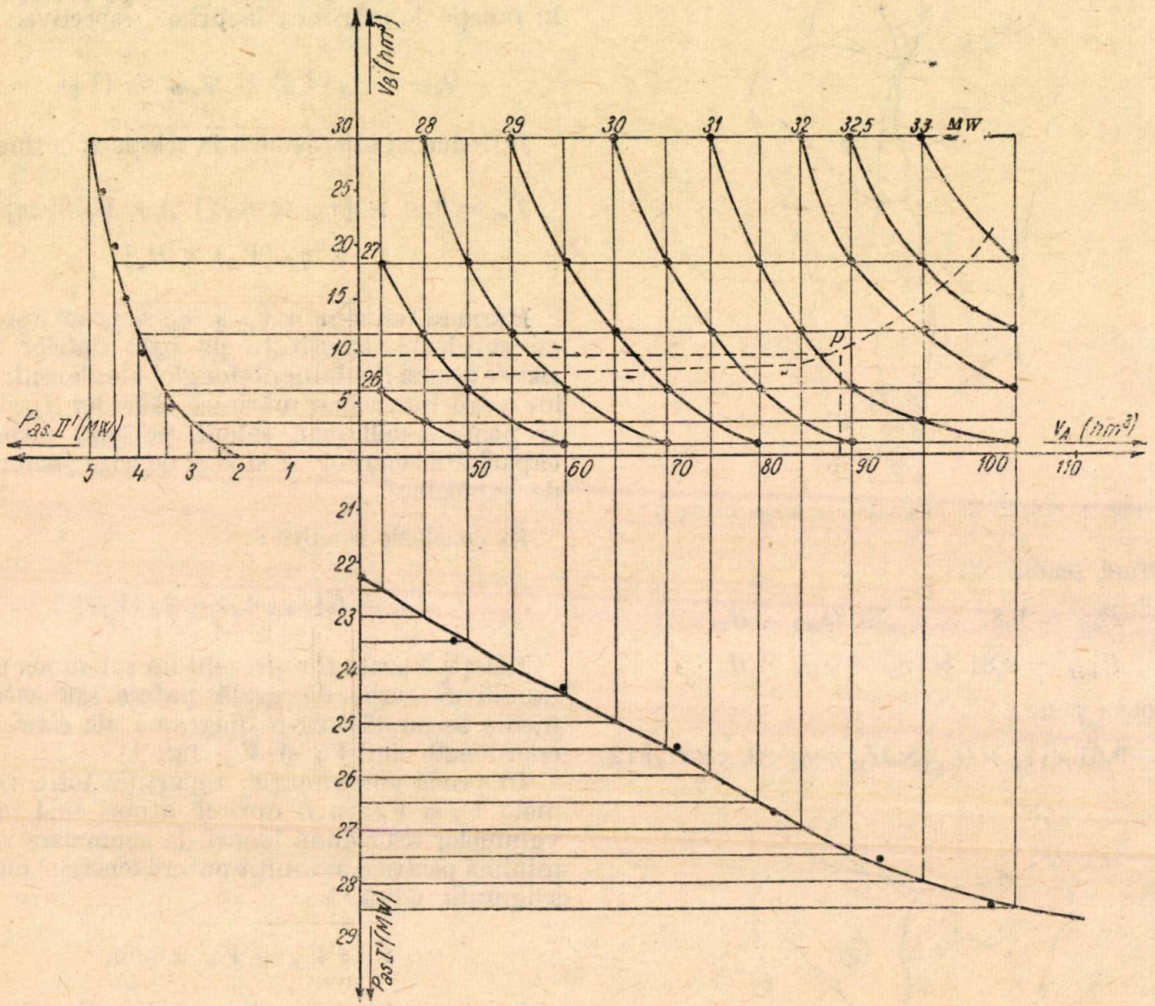


Fig. 41 Curbele de egală putere asigurate a hidrocentului în funcție de volumele celor două lacuri de acumulare V_A și V_B.

locul geometric al punctelor pentru care suma volumelor V_A și V_B este o minimă.

Un calcul mai corect se poate face în cazul cînd se cunosc investițiile în fiecare din cele

cele două baraje (I_A și I_B). Repartiția optimă între volumele lacurilor va corespunde minimului investițiilor totale în baraje.

Din cele arătate mai sus rezultă că problema

A. Puterile medii asigurate ale uzinei fictive I'

Volumul util al lacului A: V_A (hm³)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Debit mediu asigurat prin regularizare în lacul A: Q_{asA} (m³/s)	4,15	4,34	4,53	4,72	4,92	5,10	5,21	5,23	5,24
Căderea uzinei I: $H_{12} = H_1 + H_2$ (m)	728	729,5	731	732,6	733	735,5	738	744	748
Puterea medie asigurată a uzinei I: $P_{asI'}$ (MW)	22,3	23,4	24,4	25,5	26,7	27,6	28,4	28,7	29,0

repartiției optime între volumele celor două lacuri este rezolvată în cazul cunoașterii puterii asigurate medii a hidrocentrului.

Puterea asigurată optimă a hidrocentrului se poate determina prin metodele obișnuite tra-

Pe rîul X se pot amenaja în condiții avantajoase două uzini hidroelectrice cu acumulare.

In punctul de amplasare al barajului A, debitul modul al rîului este $Q_{mA} = 5{,}9$ m³/s, iar în punctul de amplasare al barajului B,

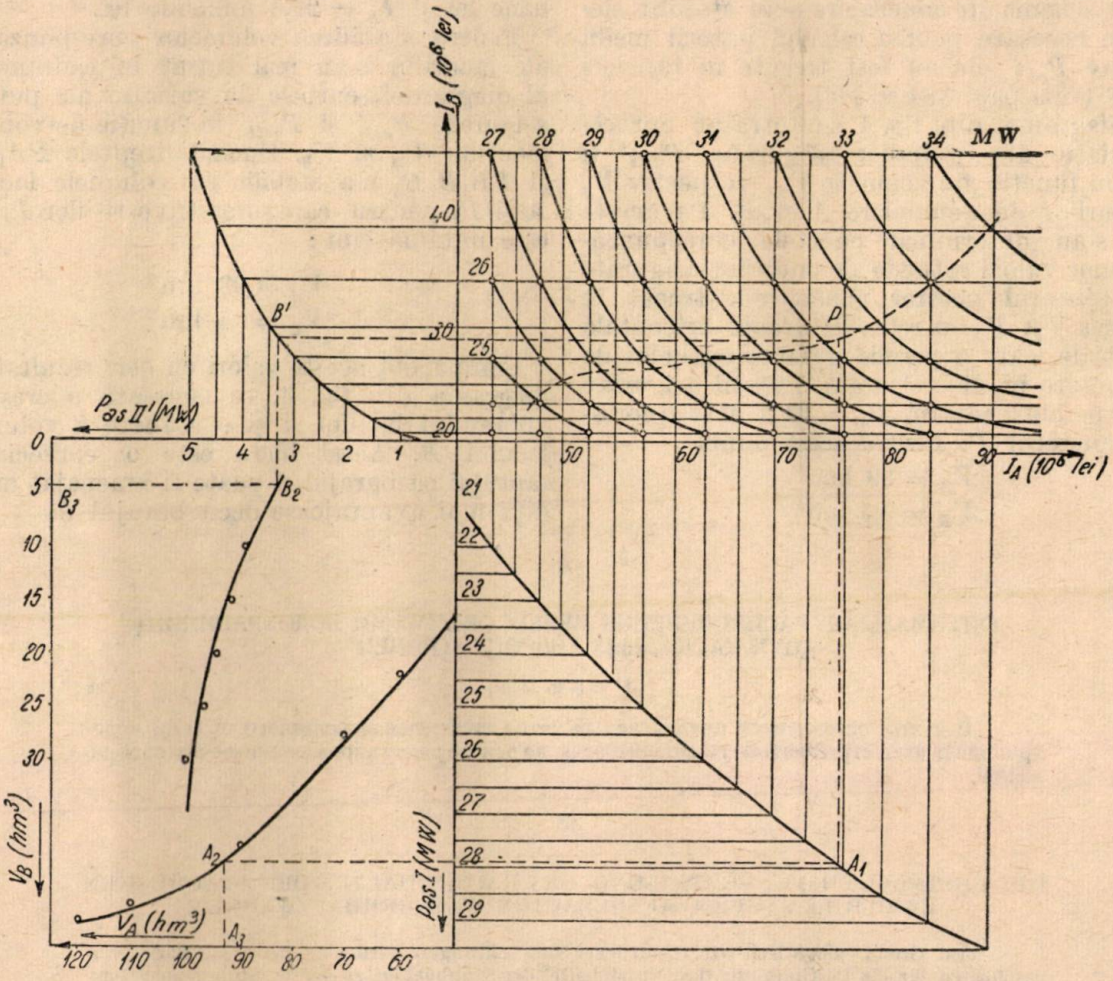


Fig. 5. Curbele de egală putere asigurate a hidrocentrului în funcție de investițiile în barajele celor două lacuri de acumulare I_A și I_B.

tînd cele 2 hidrocentrale ca o singură uzină hidroelectrică ai cărei parametrii energetici și economici (producția de energie, puterea asigurată, investiții, cheltuieli anuale etc.) sînt suma parametrilor respectiv al celor două uzine.

Pentru precizarea celor expuse, se dă în continuare un exemplu de calcul numeric:

rîul are un debit modul $Q_{mAB} = 8{,}6$ m³/s. Debitul modul corespunzător bazinului de recepție B, este deci:

$$Q_{mB} = Q_{mAB} - Q_{mA} = 8{,}6 - 5{,}9 = 2{,}7 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Căderea uzinei I va fi de 400 ÷ 450 m iar cea a uzinei II de 300 ÷ 350 m — în funcție de

B. **Puterile medii asigurate ale uzinei fictive II'**

Volumul util al lacului B: V_B (hm³)	5	10	15	20	25	30
Debit mediu asigurat prin regularizare în lacul B: Q_{asB} (m³/s))	1,48	1,70	1,84	1,93	2,03	2,12
Căderea uzinei II: H_2 (m)	300	304	306	308	310	312
Puterea asigurată a uzinei II': P_{as}II' (MW)	3,35	3,90	4,25	4,50	4,75	5

înălțimea barajelor A și B. Puterea asigurată optimă pe hidrocentru, care a rezultat din calcule, este de 31,2 MW.

Pe baza planurilor de exploatare, a curbelor capacității lacurilor A și B și a datelor de bază privind schema de amenajare s-au stabilit elementele necesare pentru calculul puterii medii asigurate P_{as}; ele au fost trecute în tabelele A și B (vezi pag. 384 și 385).

In diagrama din fig. 4 s-au trasat curbele de variație ale puterilor asigurate $P_{as.I}'$ și P_{asII}', în funcție de volumele V_A, respectiv V_B ale lacurilor de acumulare A și B. Pe aceste curbe s-au determinat punctele corespunzătoare unor valori rotunde ale puterilor asigurate și cu ajutorul acestor puncte s-a trasat în diagrama V_A, V_B, o rețea de drepte orizontale și verticale, care a permis trasarea curbelor de egală putere medie asigurată. Puterii asigurate optime pe hidrocentru, $P_{as} = 31{,}2$ MW îi corespunde punctul P. Pentru acest punct

$$V_A = 89 \text{ hm}^3$$
$$V_B = 9{,}5 \text{ hm}^3$$

In diagrama din fig. 5, s-au trasat printr-un procedeu similar curbele de egală putere asigurată pe hidrocentru în funcție de investițiile în baraje I_A și I_B. Punctului de optim P (31,2 MW), îi corespunde investițiile $I_A = 76$ milioane lei și $I_B = 29{,}5$ milioane lei.

Pentru stabilirea volumelor corespunzătoare ale lacurilor s-au mai trasat în cadranul III al diagramei, curbele de variație ale puterilor asigurate P_{asI}' și P_{asII}' în funcție de volumele lacurilor V_A și V_B. Ducînd dreptele $PA_1A_2A_3$ și $PB_1B_2B_3$ s-a stabilit că volumele lacurilor A și B, pentru care suma investițiilor I_A și I_B este minimă sînt:

$$V_A = 93 \text{ hm}^3$$
$$V_B = 4 \text{ hm}^3$$

Comparînd aceste valori cu cele rezultate din diagrama din fig. 4, se constată o creștere a volumului lacului A și o scădere a volumului lacului B. Acest lucru este o consecință a faptului că barajul A poate fi amenajat în condiții mai avantajoase decît barajul B.

★

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЖДУ ОБЪЕМАМИ ВОДОХРАНИЛИЩ ДВУХ КАСКАДНЫХ ГИДРОЦЕНТРАЛЕЙ

Резюме

В статье описывается предлагаемый метод определения полезного объема водохранилищ двух ступенчатых гидроцентралей, на основе ряда гидроэкономических соображений.

★

DIE BESTMÖGLICHSTE VERTEILUNG DES RAUMINHALTES DER STAUBECKEN ZWEIER IN STUFEN AUSGEBAUTEN WASSERKRAFTWERKEN

Auf Grund energetisch-wirtschaftlicher Betrachtungen wird eine neue Methode vorgeschlagen für die Bestimmung des Nutzinhaltes der Staubecken zweier in Stufen ausgebauten Wasserkraftwerken.

„HIDRAULICITATEA" O NOUĂ NOȚIUNE IN HIDROENERGETICĂ

In cadrul lucrărilor organizației „Union pour la coordination de la production et du transport de l'electricité" s-a introdus recent noțiunea indicelui de *hidraulicitate*.

Pentru un teritoriu anumit și pentru un interval oarecare de timp, se definește *hidraulicitatea* $h = 2/e_m$, ca raportul între energia productibilă momentan (e), pe an, lună sau zi la o centrală hidroelectrică și valoarea medie pe un interval lung de timp (e_m).

Energia productibilă (e) nu este încă definită unitar; astfel după, „Union internationale des producteurs et distributeurs d'energie electrique", e — este energia maximă ce poate fi produsă ținînd seama de limitarea în sus prin puterea instalată în centrală. De altă parte se susține de unele țări ideea că e — să fie totalitatea energiei într-un interval de timp, nelimitată de puterea instalată. In ultimul caz se cuprinde în e și cota parte a energiei ce corespunde debitelor pierdute prin deversări, spălări etc.

In revista austriacă ÖZE nr. 1/1956 L. Bauer și R. Partl arată aplicarea calculului hidraulicității în Franța, Italia, Elveția, R. F. Germană și Austria pentru intervalul de timp de 20 ani (1934—1953), pe bază de tabele și diagrame. Din expunere rezultă că se conturează posibilitățile de a se putea

— determina ritmul disponibilităților energiei hidraulice, variabile în timp;

— stabili compensarea disponibilului de energie hidraulică pentru un teritoriu mai mare, de exemplu Europa;

— găsi, prin calcule de probabilitate, pe baza noțiunii hidraulicității $h = e/e_m$, o metodică pentru stabilirea unei prognoze hidroenergetice.

Pentru realizarea acestor deziderate este necesar să se dispună de o statistică amplă asupra hidraulicității pe un șir lung de ani.

Prof. dr. ing. *D. Pavel*

Situaţia energetică în cursul iernii 1955—1956 în ţările din Europa Occidentală

In timp ce lunile noiembrie şi decembrie 1955 şi ianuarie 1956 au fost în general destul de temperate, luna februarie s-a caracterizat în toate ţările Europei Vestice şi Centrale printr-o temperatură excepţional de scăzută, ceea ce a avut repercusiuni directe asupra alimentării cu energie electrică a consumatorilor.

In timpul friguros consumul de energie electrică a crescut simţitor ca urmare a încălzitului electric, cu atît mai mult cu cît încălzitul cu gaz era îngreunat de condiţiile dificile de alimentare cu gaz. In plus, debitul redus al cursurilor de apă a obligat consumatorii industriali cu centrale industriale hidroelectrice să recurgă aproape în întregime la sistemul energetic pentru a-şi satisface consumurile.

Urmarea a fost că, procentul de creştere al producţiei de energie electrică în raport cu al aceleiaşi luni a anului precedent, care în mod normal pentru ansamblul ţărilor făcînd parte din UCPTE*) este de ordinul 9—10% (corespunzător unei dublări în circa 8 ani), a atins în luna februarie cifre mult mai ridicate: 15% în Franţa şi 22% în Austria spre exemplu.

Acest spor neobişnuit şi neaşteptat de energie electrică a necesitat utilizarea tuturor rezervelor şi a creat situaţii critice în ţările cu preponderenţă hidraulică: Austria, Italia şi Elveţia. In Austria şi Elveţia au trebuit chiar să fie impuse limitări consumatorilor.

Pentru a face faţă acestei situaţii dificile, ţările interconectate şi-au unit eforturile şi ţările cu preponderenţă termoelectrică au venit în ajutorul celor cu preponderenţă hidroelectrică, în măsura în care acest lucru era posibil în conformitate cu stocurile de combustibil în depozitele centralelor.

In acest sens, în afara puterilor contractate între ţări, au mai fost puse la dispoziţia Elveţiei, Austriei şi Italiei următoarele puteri:

35—60 MW din Olanda care şi-a putut procura cărbunele necesar dintr-o furnitură destinată unui port scandinav care era blocat de gheţuri;

45 MW din Belgia;

240 MW din Rep. Fed. Germană (cifră atinsă în cea de a 3-a miercuri a lunii februarie);

100 MW la orele de gol şi 55 MW la orele de vîrf din Franţa;

30 MW restituiţi din Austria, în luna martie.

Unele dintre aceste livrări au necesitat transporturi importante, fie de-a lungul Belgiei şi Franţei, fie de-a lungul Germaniei şi Austriei.

Unele măsuri cu caracter special au trebuit luate uneori; aşa de bunăoară în Franţa, scoaterea în revizie a unor grupuri termoelectrice importante, ce trebuia să aibă loc la 15 februarie a fost amînată pînă la 15 martie.

Anumite ţări, dintre cele cu caracter termoelectric, nu au putut face faţă consumului decît recurgînd la importuri, uneori masive, de cărbuni, şi în special de cărbuni americani. Asemenea importuri par de altfel, a fi devenit necesare pentru aceste ţări chiar în iernile normale, cu toate că acest element intervine cu greutate în creşterea preţului de cost al energiei electrice produse şi tinde să creeze perturbaţii economice serioase.

Alimentarea cu energie electrică „de ajutor" s-a făcut în unele momente, mergîndu-se pînă la limita capacităţii de transport a reţelelor, ca de ex. între centrul de producţie termoelectrică din Renania şi Elveţia, sau între Austria şi Italia.

Toate măsurile excepţionale de ajutor au putut fi luate în termene foarte scurte, prin conversaţii telefonice directe între personalul de exploatare şi unităţile de dispecing naţional ale diferitelor ţări care au dat imediat dispoziţii cu caracter operativ, fără a mai aştepta ratificarea conducerilor respective.

In legătură cu aceasta se apreciază că a avut un rol deosebit de favorabil cunoştinţa personală între inginerii şi tehnicienii de resort ai acestor ţări care se întîlniseră cu toţii la Basel (Elveţia) în cursul lunii ianuarie spre a discuta tocmai posibilităţile de ajutor reciproc în cazuri dificile.

Dăm în continuare cîteva elemente caracteristice fiecărei ţări în parte:

Austria. Creşterea consumului faţă de cel al lunii corespunzătoare a anului precedent a trecut brusc de la cifra de 15,5% pentru luna ianuarie cu condiţii special de blînde, la 22,4% pentru luna februarie (excepţional de friguroasă). Satisfacerea acestui spor de consum a condus,—cu tot importul continuu de energie de „ajutor" din Germania, — la mari dificultăţi. In cele din urmă, a fost necesar să se decreteze măsuri restrictive excepţionale în perioada 21 februarie-3 martie, reducîndu-se cu circa 10% consumul industriei. Consumul de energie electrică pentru încălzit a atins în februarie cifra record de 318 GWh (maximul lunar atins anterior fiind de 278 GWh).

Ca urmare a punerii în funcţiune a tuturor rezervelor în centralele termoelectrice şi a unui

*) Uniunea pentru coordonarea producţiei şi transportului de energie electrică.

Tabela 1.

Situaţia energetică în cursul primului trimestru al anului 1956

Ţara			Austria			Belgia			Elveţia			Franţa			Germania Occ.			Italia			Olanda		
			12/55	1/56	2/56	3/56	12/55	1/56	2/56	3/56	12/55	1/56	2/56	3/56	12/55	1/56	2/56	3/56	12/55	1/56	2/56	3/56	12/55	1/56	2/56	3/56
Producţia	GWh hidro		504	501	433	—	14	24	16	—	812	801	857	730	1591	2236	1885	1640	687	794	618	—	2333	2288	2091	—	—	—	—	—
	termo		359	371	417	—	1079	1039	1018	—	32	14	30	32	2804	2167	2538	2730	3676	3534	3586	—	932	955	1046	—	926	936	850	—
Balanţă schimb	a) total		836	872	850	—	1093	1063	1034	—	844	815	887	762	4395	4403	4423	4370	4363	4328	4203	—	3265	3243	3137	—	926	936	850	—
	imp.		11	44	44	—	—	4	4	—	162	179	154	146	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	35	—	—	3	—	—
	exp.		—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	28	38	51	30	—	118	90	—	26	—	—	5	—	—	2	—
Diverse	b)		—	—	—	—	—	—	—	—	20	22	20	12	—	—	—	—	74	560	604	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Consumaţia	a) GWh		874	884	894	808	1085	1067	1030	—	1026	1016	1061	920	4367	4365	4372	4340	4813	4770	4717	—	3239	3247	3172	—	921	939	848	—
Creşterea	c) %		11,8	12,5	19	5,5	7,7	7,0	12,5	—	5,5	5,7	17,8	—9,2	9,6	9,1	18,5	4,8	12,3	15,2	24,2	—	9,4	9,3	13,6	—	0	10	10	—
Sarcină în cea de a	a) MW		1261	1167	1307	1180	2100	2115	2000	—	1969	1948	2125	—	3860	3924	8800	7900	10810	10199	9717	—	6078	5981	5962	—	2030	1928	1766	—
3-a miercuri	c) %		20,5	18,5	19,4	9,4	5,5	7,6	5,8	—	8,4	4,3	9,3	—	6,7	10	10,12	1,3	18,7	13,1	12,4	—	10,5	9,8	8,2	—	17	10	10	—
Creşterea					152	—	3	4	2	—	970	793	376	230	1956	1862	1110	1080	165	141	51	—	2099	1493	855	—	—	—	—	—
Energie hidro	d) GWh		439	325	25,5	—	50	41	19,5	12	62	58	35	34	79	67	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
acumulată	e) %		73,7	54,5	170	—	—	—	—	—	903	1130	860	765	2550	2480	1700	—	—	—	—	—	46	33	18,9	—	1385	110	—	—
Stocuri de combus.	d) GWh		302	264	—	—	595	595	382	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Deversări	f) GWh		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	g) KWh		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Coeficient de hidraulicitate			1,06	1,14	0,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,90	1,14	0,67	0,77	1,02	1,14	0,87	—	—	—	—	—	—	—	—	—

a) Valori parţiale şi aproximative reprezentînd următoarele procente din valorile totale:

	Austria	Belgia	Elveţia	Franţa	Germania Occ.	Italia	Olanda
Producţie:	100	100	85	95	61	98	95
Consum:	100	100	85	95	70	98	95
Virf:	75	92	85	95	70	98	90

b) Aportul centralelor industriale la reţeaua sistemului energetic minus consumul de pompaj.

c) Creşterea în raport cu luna corespunzătoare a anului precedent.
d) Stoc la finele lunii.
e) Acumularea la finele lunii în procente din acumularea maximă.
f) Deversări datorită unui consum insuficient sau unei capacităţi de transport limitată în timpul orelor de vîrf.
g) Idem ca la f) dar în timpul orelor de gol.

import sporit şi mai mult din Germania, alimentarea cu energie electrică a consumatorilor s-a putut face normal în cursul lunii martie.

Belgia. Sistemul energetic al Belgiei a dispus încă de la începutul anului 1956 de o rezervă de mai bine de 100 MW. Din aceasta numai o parte a putut fi exportată ca urmare a dificultăţilor de aprovizionare cu cărbune cari au fost foarte serioase în timpul perioadei de îngheţ. La orele de gol, Belgia importă energia ieftină din exterior. Schimburi simultane cu 2 sau 3 ţări vecine conduc la formarea de pungi separate de sistemul energetic naţional belgian, fiecare pungă permiţînd un schimb de putere de maximum cca 30—40 MW.

Elveţia. Primul trimestru 1956 a fost caracterizat printr-o secetă excepţională însoţită, începînd din luna februarie, de temperaturi foarte scăzute. Producţia uzinelor hidroelectrice pe firul apei, care era mică încă de la începutul anului, a continuat să scadă, aşa că a fost nevoie să se recurgă la toate rezervele termice şi la import masiv spre a se cruţa rezervele de apă acumulată, care şi aşa erau foarte slabe. Către finele lunii februarie, situaţia rămînînd neschimbată, a fost necesar să se dicteze limitări generale de consum, care nu au putut fi ridicate decît la începutul lunii aprilie (iluminatul vitrinelor în cursul serii, iluminatul public, încălzitul electric şi 10% din consumul pentru industrie).

Schimburile de energie cu exteriorul au căpătat un caracter net de import, excedentul de import fiind de 179 GHh în ianuarie, 154 GWh în februarie şi 146 GWh în martie.

Franţa. In cursul trimestrului I, sporul de consumaţie, raportat la anul precedent, a variat între 9% la temperaturi comparabile şi 15% în perioada de mare frig. Pentru trimestrul II situaţia continua să rămînă precară, precipitaţiile de ninsoare fiind puţine şi coeficientul de umplere al lacurilor de acumulare subnormal, aşa că este puţin probabil ca lacurile să ajungă a fi umplute în cursul acestui an. Pe de altă parte şi stocurile de combustibil sînt atacate şi incomplete iar dificultăţile de aprovizionare rămîn mari.

Germania Occidentală. Temperatura medie a fost de +1,5°C în ianuarie şi— 8,4°C în februarie, adică cu 1°C sub temperatura mijlocie pe o serie lungă de ani în ianuarie şi cu 10°C mai puţin în

februarie. Ca urmare a înghețului navigația fluvială a fost complet blocată în luna februarie și $^1/_2$ milion tone cărbune a rămas blocat de îngheț pe canaluri.

Alimentarea cu energie electrică a consumatorilor s-a putut face totuși în bune condițiuni, numai datorită unor stocuri importante de conbustibil la centrale (1,3 milioane tone). Sporul față de anul trecut al producției primului trimestru este de 15%.

Ca urmare a dării în exploatare în cursul anului 1955, în sectorul public, a unor noi capacități de producție însumînd cca 2000 MW, un larg program de reparații este planificat pentru anul 1956, dealtfel se scontează că chiar în cazul unei hidraulicități extrem de defavorabile, puterea necesară va putea fi asigurată. In 1956 este prevăzută punerea în funcțiune de noi unități însumînd 1300 MW. O putere de „ajutor" importantă va jutea fi pusă la dispoziție de RFG; cu toate acestea, posibilitățile de livrare vor fi strangulate prin capacitatea de transport a liniilor, — de ex. între Nordul și Sudul Germaniei, — această capacitate urmînd a fi redusă în cursul trimestrelor II și III ca urmare a unor lucrări de demontare a liniilor în scop de refacere cu modificări.

Italia. Situația energetică a fost dificilă din cauza temperaturii extrem de joase de la finele lunii ianuarie, care s-a prelungit pînă în martie, ceea ce a condus la o rapidă golire a lacurilor.

In Italia centrală au căzut ninsori abundente, și la topirea zăpezilor lacurile care erau golite s-au umplut repede. Nu aceeași a fost situația în regiunea alpină care a fost săracă în zăpadă și unde situația continuă să rămînă dificilă.

Olanda. Cu toate dificultățile, a fost posibilă satisfacerea completă a cererilor consumatorilor și în plus a putut fi livrată în exterior o putere de 35—60 MW în decurs de o săptămînă.

In tabela 1 se arată situația energetică în cursul primului trimestru al anului 1956.

In tabela 2 se arată sporurile de putere ce urmează a intra în funcțiune în cursul anului 1956.

(După *buletinul trimestrului II-1956 al UCPTE* 15.04.1956)

Ing. **Călin Mihăileanu**

Tabela 2

Creșterea puterii în unități și centrale noi în anul *1956*

Tara		Austria	Belgia	Elveția	Franța	Germania Occ *b)*	Italia	Olanda
Creșterea de putere în centrale termoelectrice.								
Creșterea de putere	MW	65	136	—	535	1097	227,5	185
Casări	MW	—	19	—	170	45	—	—
Creștere netă de putere	MW	65	117	—	365	1052	227,5	185
Creșterea de putere în centrale hidroelectrice.								
Creșterea de putere	MW	132,5	—	491,3	73	87	932	—
Creșterea de productibilitate *a)*	I GWh	5	—	340	126	263		—
	II GWh	264	—	1068	120	235		—
	Total	269	—	1408	246	498	2355	—
Acumulare .	GWh	—	—	879				—

a) Creșterea de productibilitate într-un an mediu, I = semestrul de vară (aprilie—septembrie), II = semestrul de iarnă (octombrie — martie).
b) Creșterea numai a centralelor din serviciile publice.

Energetica generală

Folosirea energiei solare. T i n g w a l d t C., BWK, vol. 8, nr. 5 (1956), pag. 221—225, 12 fig.

Problema folosirii energiei solare a făcut obiectul unei conferinţe internaţionale ţinută între 31 octombrie şi 5 noiembrie 1955 în S.U.A. Referatele au tratat posibilităţile şi perspectivele folosirii energiei conţinută în lumina solară prin procese termice, fotoelectrice şi fotochimice.

Progresele făcute în ultimii 20 ani în toate domeniile ştiinţei, au lăsat să apară ca indicat studiul sistematic al folosirii energiei solare. In acest scop s-a înfiinţat în S.U.A. de către cercurile industriale, financiare şi agricole interesate o „asociaţie pentru energie solară aplicată", a cărei primă acţiune a fost întocmirea unei bibliografii a tuturor lucrărilor ştiinţifice din lume în legătură cu folosirea energiei solare şi convocarea unei conferinţe internaţionale a oamenilor de ştiinţă care se ocupă cu această problemă. La această conferinţă au luat parte delegaţi din 11 ţări europene şi din 21 de ţări în afara Europei.

Articolul redă pe scurt problemele mai importante discutate şi conchide că acum se poate afirma că folosirea luminii solare pentru procese energetice este posibilă din punct de vedere tehnic în multe cazuri. Nu poate fi încă vorba de unităţi mari, ci numai de aparate cu puteri unitare relativ mici şi care costă în general scump. Aceste instalaţii prezintă din această cauză avantajii numai în regiuni cu mult soare şi nedezvoltate din punct de vedere economic, şi care nu pot fi alimentate uşor cu carburanţi. E 129

i. s.

Transporturi mari de gaze naturale lichefiate. După B.W.K., vol. 7 (1955), nr. 5 pag. 233.

In multe regiuni petrolifere, mai ales în orientul mijlociu şi în Venezuela, rezultă cantităţi de gaze naturale pentru care nu există posibilităţi de utilizare economică în regiune. In S.U.A. există proiecte pentru transport de gaze naturale, mai ales metan, sub formă lichefiată, de la cîmpurile de gaze, pe cale fluvială pe Mississippi pînă la Chicago.

Acum, gaze din regiunile petrolifere ale orientului mijlociu unde se ard zilnic fără folos 30 mil. m^3 în atmosferă, apar în concurenţă cu alimentarea Londrei cu gaz artificial. Se proiectează transportul lor în vase cisterne, sub presiune normală însă lichefiate la — 162°C, temperatură la care volumul specific se reduce la 1/600. Pentru lichefiere şi transportul maritim s-ar consuma 20 % din cantitatea iniţială. In aceste condiţii, numai din Arabia Saudită s-ar putea livra zilnic 11,3 mil. m^3 al căror transport ar necesita o flotă de 20 vase de cîte 15 000 t încărcătură utilă. Cantitatea zilnică citată, al cărei preţ este mai mic decît al gazului artificial, ar corespunde unui consum anual de 5,5 mil. t. cărbune superior.

Realizarea acestui proiect ar costa 350 mil. dolari, în timp ce proiectul unei conducte de transport de 3 700 km lungime din Arabia prin 10 ţări pînă în Eorupa, ar necesita 500 mil. dolari. Cu toate că transportul pe conductă ar reveni mai ieftin, se preferă transportul maritim, care are avantajul unei mari disponibilităţi a vaselor şi pentru alte folosinţe. E 130

i. s.

Folosirea gazului natural la turbine cu gaze, L u i g i C h i a p p a, II Calore, vol. 24 (1953), nr. 10, pag. 478 notă în BWK, vol. 7, nr. 1 ian. (1955), pag. 39.

Zăcămintele bogate în gaz metan din Italia de nord, au desvoltat acolo interesul pentru turbinele cu gaze. Deşi turbinele cu gaze au randamente ceva mai scăzute decît centralele termoelectrice cu abur moderne, totuşi din cauza lipsei condensatorului şi a cazanului precum şi a necesităţii reduse de spaţiu, aceste turbine sînt economice pentru instalaţiile cu număr mic de ore de utilizare (instalaţii de vîrf).

Articolul analizează un caz special de aplicare, al turbinelor cu gaze. In cazul studiat, diferenţa între presiunea gazelor din zăcămînt, (130 at) şi presiunea necesară conductelor de transport (50 at), a născut ideea folosirii unei turbine în care să aibă loc direct destinderea gazelor extrase din zăcămînt. Pentru a nu se răci exagerat, aceste gaze sînt uşor încălzite înainte de intrarea în turbine. O astfel de instalaţie este montată în centrala Tavazzano, (vezi Claudio Castellani : Centrali termoelettriche a metane ; la centrale di Tavazzano, II Calore vol. 23 (1952) nr. 6).

La exploatarea conductelor lungi de transport de gaze, sînt necesare din loc în loc staţii de pompare pentru acoperirea pierderilor de presiune.

Pe de altă parte la punctele principale de consum are loc destinderea gazelor pînă la presiunea de distribuţie. Cele două operaţii se pot combina cu un efect energetic foarte interesant şi anume :

Destinderea gazelor are loc într-o turbină după ce în prealabil s-a făcut o preîncălzire a gazelor, iar lucrul mecanic rezultat serveşte la antrenarea compresorului, care ridică presiunea gazelor ce urmează a se transporta mai departe. Datele principale ale unei astfel de instalaţii sînt descrise în articol pe scurt. Folosirea turbinelor pentru destinderea gazelor este raţională şi la cîmpul de gaze, mai ales dacă acestea se combină cu turbine de gaze obişnuite, care sînt alimentate în mod normal cu gaze de joasă presiune.

In partea finală a articolului, autorul analizează posibilităţile de acumulare a gazelor naturale în stare gazoasă sau lichidă. E. 131

c. m.

Păcura mai scumpă decît cărbunele. Rezumat publicat în BWK, vol. 7 (1955), nr. 6, pag. 281, după Usine Nouv., vol. 10 (1954), nr. 25, pag. 6.

Dacă se ţine seama numai de preţul căldurii se constată că, cu excepţia Italiei şi Olandei, preţul cărbunelui pentru consumul industrial este net sub preţul păcurii. In Germania păcura este cu 20 % mai scumpă decît cărbunele cel mai scump, în Belgia, cu 8 %, în Franţa cu 19 % şi în Luxemburg cu 38 %. In Italia unde în iulie 1953 cărbunele era sensibil mai scump decît păcura, raportul a fost schimbat prin mărirea preţului păcurii şi reducerea preţului cărbunelui.

Pentru consumul casnic condiţiile sînt foarte diferite. In Germania cărbunele are un preţ mai avantajos. In Franţa şi în Belgia preţurile sînt cam aceleaşi. Antracitul însă este peste tot mai scump.

Pentru luna aprilie, 1954 au fost valabile următoarele preţuri la combustibili industriali, recalculate în dolari pe Gcal.

	Păcură	Cărbune mărunt	Nuci
Germania	2,75	2,14	2,19
Belgia	2,52	2,23	2,34
Franţa	3,31	2,47	2,78
Italia	2,66	2,85	—
Luxemburg	3,52	2,46	2,55
Olanda	2,06	2,08	2,18

Cifrele sînt însă valabile numai pentru ţara respectivă, nepermiţînd o camparaţie a preţurilor între diferitele ţări. E. 132

m. a.

Prima conductă de transportat cărbune la mare distanţă în S.U.A., După BWK, vol. 7 (1956), nr. 7, pag. 339.

In baza unui contract dintre o centrală termoelectrică din Cleveland şi o întreprindere minieră din Ohio, urmează a se livra într-un interval de 15 ani o cantitate de 18 milioane tone de cărbune printr-o conductă de 175 km lungime.

Cărbunele este extras în Georgetown Ohio, preparat şi pompat cu apă prin conductă pînă la Cleveland. Investiţiile pentru această primă conductă de cărbune în S.U.A. sînt apreciate la 8—10 milioane dolari.

La acest proiect participă şi cele trei companii de căi ferate care deserveau pînă acum mina şi centrala electrică. E. 133 *i. s.*

Bilanţul energetic al Elveţiei (pe *1951*) reprezentat prin diagrama de energie şi valori Bull. Sev., nr. 25, pag. 1215, Oe. Z.E., an 9 (1956), nr. 3, pag. 91.

Bilanţul energetic global al Elveţiei pentru anul 1951 indică un consum de energie brută de rotund 54,5 TWh, la care participă cărbunii cu 41,8%, combustibilii lichizi cu 18,8%, lemnul cu 10,5% şi energia hidraulică cu 28,9%. Energia brută provine 39% din ţară restul de 61% se importă.

Consumul de energie utilă a fost de în total 28,6 TWh, defalcat procentual precum urmează :

căldură	81
energie chimică	6,1
energie predată unor motoare mobile	5,7
motoare stabile	7,0
lumină	0,2.

Cota parte de pierdere din energia brută este considerată catastrofală atingînd 47,4%.

Din bilanţul valoric al economiei energetice rezultă : consumatorii au plătit în total pentru energie 1 508 milioane fr. elv. care se defalcă procentual în :

lumină	9,1
motoare stabile	9,55
transporturi	20,3
energie chimică	3,85
căldură	57,2

Pentru energia electrică consumatorii au plătit 550 mil. fr. elv. Cu toate că lumina nu reprezintă cantitativ decît 5,5% din consum de energie, consumatorii au plătit totuşi 25% din total ; chimia a consumat 16% şi a plătit numai 8,5%.

Aceste cifre dovedesc că energie electrică transformată în lumină poate influenţa hotărîtor bilanţul valoric al unei întreprinderi producătoare de energie, datorită prevederilor tarifare justificat mărite pentru consumaţii, care nu asigură exploatarea maximă şi continuă a instalaţiilor. E. 134

v. b.

Perspectivele producerii de energie electrică în Anglia în viitorii *10* ani, Engineer Lond. vol. 200 (1955), nr. 5189, pag. 41—43, şi B.W.K., vol 8 (1956), nr. 5, pag. 236.

Aceste perspective sînt analizate de I. Eccles, unul din conducătorii lui Central Electricity Authority, într-un referat care începe cu o privire de ansamblu asupra dezvoltării de după război a centralelor electrice în Anglia. In exerciţiul bugetar 1—4—54 la 31—3—54 s-au importat 2,2 mil. tone de cărbune pentru producerea energiei electrice.

Deoarece se apreciază că în viitor cel mult 60 mil tone din producţia engleză de cărbune vor putea fi disponibile pentru producerea energiei electrice, restul va trebui acoperit prin combustibili lichizi sau energie nucleară.

După ce s-a început instalarea de grupuri turbogeneratoare de 100 MW fără supraîncălzire intermediară, se construiesc acum grupuri de 120 MW la 105 at 538/538°C cu supraîncălzire intermediară şi s-au comandat grupuri de 200 MW pentru 165 at şi 565/538°C. Cu aceste unităţi şi la aceşti parametri ridicaţi se speră a se realiza un randament termic de 37,6%.

Interesantă este informaţia că în nordul ţării Galilor se va instala o centrală hidroelectrică cu pompaj de 300 MW în etapa finală. O diferenţă de nivel de 330 m va fi folosită pentru producerea unei cantităţi anuale de energie electrică de 300 mil kWh în 6 unităţi de cîte 50 MW apa fiind pompată sus în timpul nopţii. Pînă în iarna 1961—62 urmează a intra în funcţiune primele două grupuri (100 MW). E. 135

i. s.

Electrificarea pe scară mare în Turcia, Electr. Rev., vol. 156 (1955), nr. 10, pag. 377—79.

Pentru continuarea acţiunii de electrificare a Turciei, s-a întocmit un plan pe şase ani în valoare de 111,6 mil £, din care 60% pentru centralele electrice, staţiile de transformare şi instalaţiile de transport.

Consumul actual de energie electrică este de numai 55 kWh pe locuitor şi an. Cu excepţia unor centrale electrice mai mari în unele oraşe ca Ankara şi Istambul sau în unele centre miniere, energia electrică este produsă în microcentrale, care ard combustibil inferior local sau păcură. Numai 5,5% din putere revine surselor hidraulice, care prezintă însă posibilităţi mari de dezvoltare.

In total este prevăzută instalarea a 570 880 kW în 20 centrale mai mari şi 58 centrale mai mici, ceea ce însemnează o mărire a puterii instalate cu 150%. Lungimea liniilor electrice de construit, însumează 2 700 km pentru tensiuni de 154, 66 şi 33 kV.

Tracţiunea feroviară, care acum utilizează deseori automotoare cu motoare Diesel, va fi complet electrificată. Industria electrotehnică a ţării în prezent foarte puţin importantă, va fi dezvoltată. Importul de echipament electric s-a dublat între 1950 şi 1953. E. 136

i. s.

Dezvoltarea energiei în R.P. Cehoslovacă, Energohoziaistvo za rubeiom, nr. 1 (1956), pag 55—56, după Energetika, nr. 5 (1955).

In anul 1955 producţia de energie electrică a tuturor centralelor electrice va atinge 15 mrd kWh în timp ce în 1945 a fost 4,43 miliarde kWh crescînd în timp de 10 ani cu 240%.

Producţia specifică pe cap de locuitor în 1954 a atins 1 050 kWh/loc an.

Aproape 2/3 din energia electrică se produce în centralele electrice regionale.

Consumul specific de cărbune convenţional pentru producerea energiei electrice în 10 ani s-a redus de la 970 la 624 g/kWh. In Slovacia producţia de energie electrică a crescut în 10 ani de 6 ori. E. 137

g. c.

Termoenergetica

Noi tabele cu valorile de bază ale volumului specific, căldurii specifice şi entalpiei apei şi aburului în zona parametrilor înalţi Kiriliu V. A., Seindlin A. E., Spilrein, Teploenergetica, nr. 1 (1956), pag. 16—21.

Tabelele existente cu volumurile specifice şi entalpia apei şi a aburului cuprind valori în zona presiunilor pînă la 300 ata şi 550°C. De remarcat este faptul că mare parte din aceste valori sînt obţinute prin extrapolare, fără a fi bazate pe date experimentale.

In articol este dată analiza datelor experimentale. obţinute de VTI şi MEI, a căldurilor specifice volumurilor specifice şi entalpiei.

In baza acestor analize şi a prelucrării grafice s-au obţinut datele de bază, mai sus amintite pînă la 500 ata şi 650°C.

Din valorile respective P.v.T şi C_p s-au obţinut entalpiile corespunzătoare, care sînt de asemenea date sub formă de tabelă pentru aceeaşi zonă.

In comparaţie cu valorile din tabela aprobată de a III-a Conferinţă Internaţională în 1934, în zona parametrilor înalţi, entalpia obţinută pe baza datelor experimentale se situează sub valorile din tabelă.

Noile tabele ale volumurilor specifice v, entalpiei i, şi căldurii specifice C_p se recomandă pentru calcule termotehnice precum, şi pentru a servi ca material de bază pentru verificarea ecuaţiilor stării aburului. E. 138

g. c.

Despre calculul pompelor şi ventilatoarelor centrifuge Sestiuc A. N., Teploenergetica nr. 5 (1956), pag. 47—51.

Determinarea parametrilor constructivi ai pompelor şi ventilatoarelor centrifuge se face, de obicei în baza multiplelor recomandări practice, fără a avea însă o suficientă bază teoretică.

In articol se dau formulele necesare determinării dimensiunilor de bază ale ventilatoarelor şi pompelor centrifuge.

Astfel, pentru determinarea diametrului interior al rotorului ventilatorului centrifug, se pleacă de la ipoteza pierderilor minime la ieşirea din ventilator. Pentru determinarea diametrului interior al rotorului pompei centrifuge se pune condiţia de a se obţine o înălţime maximă de aspiraţie.

Numărul de rotaţii se determină în baza calculelor tehnico-economice.

In articol se dau de asemenea şi formulele necesare calculelor pierderilor în carcasa spirală a ventilatoarelor şi pompelor precum şi formulele de determinare a randamentului lor hidraulic. E 139

g. c.

Randamentul intern al turbinelor de abur cu mai multe trepte ing. Schuller K. H. Energie-Technik (1955) nr. 9, pag. 388—394.

Randamentul intern al turbinelor de abur este un factor determinant pentru alegerea parametrilor iniţiali ai aburului, a contrapresiunii, a puterii turbinelor precum şi alegerea şi racordarea turbinelor pentru serviciile interne.

In articol se deduc nomograme de calcul pentru randamentul interior în funcţie de toţi factorii caracteristici ai turbinelor, pornind de la ecuaţia de bază :

$$\eta_i = \eta_{i00} \cdot \eta_{i\mu} \cdot \eta_{ix} - B \frac{P_1 - P_2}{D \cdot H_0}$$

unde η_i este randamentul interior ; η_{i00} — randamentul turbinei de debit infinit, abur uscat, fără recuperarea energiei reziduale între trepte ; $\eta_{i\mu}$ factor privind recuperarea energiei reziduale ; η_{ix} — factor privind influenţa umidităţii ; P_1 şi P_2 — presiunile înainte şi după turbine ; B — coeficient ; D — debitul de abur, H_0 — căderea adiabatică brută. Sînt date desemeni fromulele de aproximaţie şi valorile pentru toţi aceşti factori, precum şi corecţia referitoare la cifra de calitate a turbinei. Cifra de calitate este considerată procentual, fiind raportată la valoarea nominală pentru care sînt deduse formulele şi anume :

$q = 2000 \frac{m^2 kg}{s^2 kcal}$ la turbina de acţiune şi $q = 3000 \frac{m^2 kg}{s^2 kcal}$ la turbina de reacţiune. Ecuaţia de stabilire a randamentului interior este explicitată atît în funcţie de debitul de abur, pentru care se trasează o nomogramă de calcul, cît şi în funcţie de puterea turbinei pentru care se trasează două nomograme de calcul (variabile pentru domeniul de puteri 20 ... 1500 kW şi 1500 ... 150.000 kW. La sfîrşitul articolului se dau indicaţii pentru folosirea nomogramelor şi se aduce un exemplu de calcul. E 140

c. m.

Metoda aproximativă pentru determinarea consumului specific de căldură a marilor grupuri turbogeneratoare Teploenergetica, nr. 3 (1956), pag. 56—58.

Pentru proiectarea noilor instalaţii de turbine şi determinarea economiei lor, sînt necesare calcule laborioase ale schemei termice, efectuate în diferite ipoteze.

In articolul de faţă ing. S. A. Prohorov descrie unele din posibilităţile uşurării procedurii de calcul folosite de energeticienii de peste hotare. Aşa de exemplu, ing H. R. Reese şi J. R. Carlson au publicat în revista, „Mechanical Engineering" în 1952 un articol care cuprinde o serie de diagrame ce pot fi folosite pentru determinarea economiei acestor instalaţii.

Metoda folosită de firma Westinghaus şi descrisă de Reese şi Carlson este prelucrată şi adoptată de Prohorov pentru tipurile de grupuri turbogeneratoare de fabricaţie sovietică.

Pentru turbinele cu supraîncălzire intermediară este dată metoda de calcul numai pentru patru grupe ale parametrilor iniţiali şi temperaturii de supraîncălzire intermediară. Pentru turbinele fără supraîncălzire intermediară aceasta este dată pentru 5 grupuri ale parametrilor iniţiali. E. 141

g, c.

Centrală termoelectrică de *1 000* MW în Anglia. După B.W.K., nr. 5 (1955), pag. 239.

La High Marnham pe Trent, în Anglia se construieşte o centrală termoelectrică cu o putere instalată finală de 1 000 MW. Sînt prevăzute 5 unităţi bloc cazan-turbină de cîte 200 MW, din care primele trei în prima etapă. Fiecare bloc conţine un cazan La-Mont de 700 t/h, la 180 at 570/530°C, cu două focare şi arzătoare la colţuri, construit de firma International Combustion Ltd. London. E 142

i. s.

Mare centrală termoelectrică subterană în Suedia Energie, nr. 2 (1956), pag. 63.

Nu departe de Göteborg, pe coasta apuseană a Suediei, a început de curînd construcţia unei centrale termoelectrice subterane, care este cea mai mare centrală de acest gen.

Centrala constă din 4 blocuri cazan-turbină de cîte 150 MW, instalate fiecare în încăperi separate de 100 × 23 × 30 m., tăiate în stîncă şi avînd o acoperire de 100 m. stîncă masivă de granit, care le-ar asigura chiar contra bombelor atomice.

Combustibilul folosit este păcura ce se pompează direct din vasele cisternă în mari rezervoare săpate şi ele în stîncă. Pentru realizarea celor 2 km de canale pentru apă de răcire a fost necesar să se excaveze peste un milion m^3 de stîncă. Centrala are un coş de fum cu filtre pentru gazele de ardere şi mari instalaţii de ventilaţie şi epurare a apei. Personalul în etapa definitivă va fi de 170 oameni.

Investiţia finală se va cifra la circa 285 mil. coroane suedeze şi depăşeşte numai cu 10 % costul unei centrale normale de aceeaşi putere ; în schimb cheltuielile de întreţinere sînt mai mici. E 143

i. s.

Turbină cu gaze în Suedia. Engineer, Lond. vol. 201 (1956), nr. 5218, pag. 145.

Pentru centrala Vastervik din sudul Suediei, s-a comandat la firma Stal o turbină cu gaze de 40 MW, care urmează a intra în funcţiune în 1959. Grupul va servi ca rezervă rapidă, şi în plus va fi folosit şi la acoperirea vîrfurilor de sarcină. Randamentul termic va fi de 26,9 % deşi maşina nu are instalaţie de recuperare a căldurii gazelor evacuate.

Generatorul electric poate funcţiona şi numai în regim de compensator sincron şi este cuplat cu turbina printr-o legătură ce poate fi decuplată în exploatare. Această unitate va fi cea mai mare de acest gen construită pînă acum şi poate fi pornită în 10 minute. Pentru pornire se va utiliza un acumulator cu aer comprimat. E 144

i. s.

Perspectivele apropiate ale dezvoltării tehnicii focarelor şi cazanelor Knorre G. F. şi Stîrikovici M. A. Teploenergetica, nr. 6 (1956), pag. 3—9.

Una din condiţiile de bază ale dezvoltării marilor centrale termoelectrice o constituie rezolvarea problemei trecerii la sistemul de bloc grup turbogenerator — cazan pentru unităţile de mare putere (150—200 MW).

Pînă în prezent este rezolvată problema sistemului bloc turbogenerator — 2 cazane, aceasta însă pentru unităţi de putere medie (circa 100 MW).

Se preconizează, în articol, că pentru CET trecerea la sistemul turbogenerator — cazan de presiune înaltă şi foarte înaltă este recomandabilă numai avînd cazane de joasă presiune pentru acoperirea vîrfurilor sarcinilor termice pentru a evita laminarea aburului viu de la o presiune foarte înaltă la cea necesară termoficării. Aceste cazane de joasă presiune vor ţine loc şi de rezervă în sistemul energetic.

Problema trecerii la sistemul bloc include şi studierea pornirii şi opririi rapide ale unităţilor energetice precum şi reglarea sarcinii, reglînd concomitent turbina şi cazanul.

O sarcină imediată a constructorilor de cazane este trecerea la cazane cu o presiune de 130 ata şi 565°C cu supraîncălzire intermediară. Este inadmisibilă întîrzierea modernizării cazanelor de 100 ata şi 510°C cu trecerea lor la 535°C.

In problema supraîncălzirii intermediare este necesar să se studieze economia ridicării acesteia pînă la temperatura inițială a aburului viu.

Problemele grele ce stau în fața constructorilor de cazane dar care trebuie rezolvate, sînt în legătură cu construirea cazanelor de mare debit (pentru 200—300 MW).

In S.U.A. este rezolvată problema cazanelor de mare debit corespunzînd la 150—200 MW, însă acestea folosesc pentru ardere combustibili superiori de circa 5 500 kcal/kg. Ori, tehnica și politica energetică sovietică a folosirii combustibilului se orientează în direcția folosirii la maxim a combustibililor inferiori. De aceea trebuie serios studiată problema evacuării sgurii lichide de la cazanele de mare putere precum și o serie de alte probleme legate de aceasta.

Sînt enumerate și analizate pe scurt toate problemele ce stau înaintea constructorilor de cazane sovietici cu ocazia trecerii la construcții ale cazanelor de parametrii înalți și foarte înalți și la sistemul bloc.

Se subliniază că în problema focarelor cele cu ciclon au o comportare superioară celor existente în domeniul parametrilor înalți ai aburului.

Va trebui, în cel mai apropiat viitor rezolvată problema unificării cazanelor pentru diferite calități ale combustibililor.

Cu trecerea la sistemul bloc turbină-cazan va trebui soluționate și o serie de probleme de automatizare, între care excluderea supapelor de siguranță și introducerea în sistemul de automatizare a unei blocări mai precise a operațiunilor ce intervin în procesul tehnologic al cazanelor.

Epurarea chimică a apei de alimentare, în special la centralele atomoelectrice, unde impuritățile din abur pot avea un grad mare de radioactivitate, va trebui să se perfecționeze în direcția completei demineralizări a apei de alimentare.

De o deosebită importanță pentru energetica sovietică în domeniul centralelor termoelectrice este problema centralelor atomoelectrice. In cel mai apropiat viitor se va extinde numărul de unități atomoelectrice, atît pentru producerea energiei termice și electrice cît și în scopul dezvoltării studiilor în acest domeniu. E 145

g. c.

Determinarea puterii și debitului morilor cu bile și ciocane Ramadin V. P., Kiselgof M. L. și Socolov N. V., Teploenergetica, nr. 2 (1956), pag 56—60 și nr. 3 (1956), pag 58—61.

Metodele de calcul ale celor două mari institute din U.R.S.S. VTI și ȚKTI pentru morile cu bile dădeau rezultate care uneori nu erau în concordanță.

Folosind experiențele lor și ale altor organizații de proiectare și exploatare s-au întocmit norme generale de calcul ale morilor cu bile.

In articol sînt date formule de calcul și nomograme, necesare determinării consumului de energie pentru măcinarea combustibilului, debitului morilor SBM, debitul ventilatorului morilor precum și alegerea separatorilor pentru morile cu bile.

Tot odată se dau formule și abace de calcul pentru determinarea debitului morilor cu ciocane. E 146

g. c.

Despre lipsurile în proiectarea centralelor termoelectrice Electriceskie Stanții, nr. 5 (1956), pag. 1—5.

In acest articol de fond sînt amănunțit analizate lipsurile constatate în proiectarea centralelor termoelectrice.

Majoritatea acestor lipsuri ar fi putut fi evitate dacă institutele de proiectare ar fi studiat cu perseverență propunerile și indicațiile exploatării unității energetice proiectate și dacă ar participa la punerea în funcțiune.

Alte lipsuri provin din slaba preocupare a proiectanților de a rezolva și problemele de amănunt ale schemei termice mulțumindu-se numai a da soluții bune pe ansamblu.

Astfel la una din centralele termice preaplinul degazoarelor de 6 ata este îndreptat în rezervorul purjelor, ceea ce atrage după sine fierberea apei din rezervor. In acest caz personalul centralei termoelectrice a fost nevoit a îndrepta, cu forțele sale proprii și contra indicațiilor proiectării, preaplinul la expandorul purjelor de 1,2 ata.

Multe din aceste lipsuri, deși mărunte, pricinuiesc mult rău bunei funcționări a instalației respective.

Institutele VTI, ȚNIEL, Orgres și altele vor studia toate punctele neglijate de proiectare și vor da indicații precise institutelor de proiectare pentru lichidarea lor.

Lipsurile proiectării vor fi sistematic studiate și de către proiectanți care se vor deplasa regulat în acest scop, la locul funcționării acestora. E 147

g. c.

Pentru larga introducere a furnizării de către uzine a instalațiilor energetice în blocuri Gudkeevici S. A. Teploenergetica, nr. 5 (1956), pag. 3—8.

Livrarea detaliată a utilajelor și instalațiilor energetice șantierelor noilor centrale termoelectrice de către uzinele constructoare, metoda folosită pînă în prezent, nu mai corespunde noilor cerințe de punere în funcțiune a acestora.

Pe lîngă aceasta, furnizînd o mare cantitate de diferite piese și subansamble, foarte dese sînt cazurile cînd pe șantier sau că veneau piese care nu erau necesare montării, sau ele nu erau complete. Multe piese soseau sub forma de semifabricate, cerînd un mare număr de muncitori pe șantier. In felul acesta durata montării instalației era extrem de mare și prețul de cost foarte ridicat.

Autorul descrie măsurile luate de Institutul Orgenergestroi (N. T. Institutul de organizare a construcțiilor energetice) menite a reduce timpul de montaj și de a mări productivitatea muncii a uzinelor constructoare și a șantierelor.

O măsură a cărei eficacitate s-a dovedit ulterior, a fost proiectarea și organizarea la uzinele constructoare de cazane de abur a procesului de livrare a instalației aferente cazanului în blocuri, urmînd a fi astfel transportate cu vagoanele de cale ferată. Incepînd din 1953 uzinele din Barnaul și Taganrov au furnizat în serie cazane care au fost livrate, șantierelor în formă de blocuri.

Rezultatele concrete ale acestui procedeu au fost următoarele:

1. Cheltuelile de confecționare la uzină și montaj pe șantier a cazanelor de tipurile TP-170, TP-230 și altele s-a redus cu 30%. Luînd separat cheltuelile șantierului, acestea s-au redus de 2—3 ori.

2. Numărul muncitorilor pe șantier s-a redus de 2—2,5 ori.

3. Timpul necesar montării s-a redus față de cel precedent de 2—3 ori.

4. Reducerea cheltuielilor de investiții necesare organizării șantierului (ateliere, utilaje ajutătoare, locuințe muncitorești etc).

Pe lîngă aceste avantaje pe care le prezintă livrarea în blocuri a instalației energetice de către uzinele constructoare este recomandabilă și din punct de vedere al exploatației. Randamentul cazanului se ridică cu 1,5—3% ca rezultat al reducerii pierderilor de căldură cu mediul exterior deși consumul specific de materiale refractare se reduce de la 2 t/t abur h la 0,9 t/t abur h.

Consumul specific de metal se reduce și el cu 6%.

In prezent în U.R.S.S. aplicarea acestei metode se generalizează din ce în ce mai mult. E. 148

g. c.

Folosirea macaralelor pentru ridicarea greutăților mai mari decît cele pentru care au fost calculate Smirnov G. M., Electriceskie Stanții, nr. 4—5 (1956).

La montarea cazanelor T.P. — 230 și PK — 10 se întîlnesc detalii și ansamble cu greutăți sub 30 tone: numai tamburul cazanului are o greutate de 45 tone. Dimensionarea macaralei pentru 45 tone ar duce la o folosire nerațională a acesteia.

In articol se dau indicații privind folosirea macaralei de 30/5 tone pentru ridicarea tamburului, avînd o greutate de 45 tone.

Deasemeni ing. Șevcenko M. S. arată în articolul din revista Electriceskie Stanții Nr. 5, posibilitatea ridicării ecranelor cazanului de abur TP — 230 — 2 avînd o greutate de 30 tone cu o macara de 20 tone.

In ambele cazuri eforturile în construcţia macaralelor nu au depăşit pe cele de calcul. E. 149

g. m.

Despre degazarea apei de alimentare Suraeev A. P., Teploenergetica, nr. 1 (1956), pag. 39—41.

Apa de adaos pregătită, prin epurare chimică în centralele termoelectrice conţine mai mult oxigen decît condensatul şi intră de obicei în degazor cu o temperatură mai mică decît acesta. Eficacitatea funcţionării degazoarelor depinde în mare măsură de conţinutul de oxigen în apă.

In articol este dat o tabelă cuprinzînd date experimentale ale degazorului LMZ—200. Rezultă că atît apa de adaos cît şi amestecul de apă de adaos cu condensat se degazează mult mai puţin decît condesatul curat.

Se trage concluzia că pentru o eficacitate superioară a degazării apei de alimentare la centralele termoelectrice, apa de adaos trebuie repartizată uniform pe degazoarele ce funcţionează în paralel.

Cel mai bun rezultat va da însă degazarea separată a apei epurate şi a condensatului.

Funcţionarea degazorului ca schimbător de căldură este de asemenea mai efectivă în cazul încălzirii separate a apei epurate şi a condensatului deoarece, după cum rezultă din articol, reiese că pentru încălzirea separată a lichidelor cu temperaturi diferite necesită o suprafaţă mai mică a schimbătorului de căldură, decît pentru încălzirea amestecului.

E. 150 *g. c.*

Comportarea sărurilor şi silicaţilor în ajutajele şi paletele turbinei SVK-*150* şi în supraîncălzitoarele intermediare Zenkeevici Iu. V. şi Kot A. A., Elektriceskie stanţii, nr. 2 (1956), pag. 13—19.

In articol se analizează datele experimentale privind comportarea sărurilor şi silicaţilor în ajutajele şi paletele turbinei SVK—150 şi supraîncălzitoarelor intermediare instalate la centrala termoelectrică din Cerepetk U.R.S.S.

In acest scop întreaga instalaţie a fost înzestrată cu aparate de măsură în diferite zone ale circuitului aburului chiar de la montajul agregatelor. In felul acesta de la punerea în funcţiune a turbinei cu parametrii iniţiali 170 ata şi 550°C şi pînă în prezent s-au efectuat foarte multe cercetări în diferite regimuri de funcţionare. In urma acestor cercetări s-a ajuns la următoarele concluzii :

1. La micşorarea bruscă a sarcinii turbinei se produce desprinderea stratului de săruri de pe pereţii ajutajelor şi a paletelor. Aceasta se explică prin diferenţa coeficienţilor termici ai stratului de săruri pietrificate şi pereţilor metalici de depunere a sărurilor.

2. Preîntîmpinarea depunerii sărurilor este posibilă numai printr-o concentraţie a acidului silicic sub 0,01—0,015 mg/kg.

E. 151 *g. c.*

Experienţe cu instalţii de televiziune pentru urmărirea directă a proceselor de ardere din focare Exley L. M. Trans. A.I. E.E., 71 (1952), P III, p. 999—1004.

Autorul arată rezultatele exploatării instalaţiei de televiziune instalată în aprilie 1951 la Centrala Port Jefferson pentru vizionarea proceselor de ardere în focarele unor cazane de 425 000 lb/h (circa 192 t/h) a căror focar permite arderea atît a păcurii cît şi a cărbunelui.

Instalaţia de televiziune este montată în centrul părţii superioare a focarului. Imaginea este transmisă prin cable coaxiale pînă la ecranul care se află montat pe panoul de comandă al cazanului în camera de comandă a centralei.

Instalaţia montată pe focar este răcită la unul din cazane, cu apă iar la un al doilea cazan, instalat mai recent, cu aer.

In raport cu sistemele optice cu oglinzi folosite anterior care nu arătau decît existenţa flacării, dar nu şi condiţiile arderii, instalaţia de televiziune are următoarele avantajii :

1. Indică aprinderea arzătoarelor şi a flăcărilor de control care sînt comandate de la panou şi arată dacă procesul de ardere este stabil.

2. Arată eventuala funcţionarea necorectă a arzătoarelor precum şi întreruperea flacării din momentul cînd se produce această întrerupere.

3. Permite să se determine condiţiile de ardere care pot provoca o înăbuşire a arderii (aer insuficient pentru ardere).

4. Arată orice condiţii care pot duce la o explozie a cazanului.

5. Indică dacă funcţionarea cazanului utilizînd cărbune sau păcură este satisfăcătoare.

La primele experienţe în momentul cînd se întrebuinţa cărbune, intensitatea luminoasă devenea prea mare aşa încît nu se mai putea urmări detaliile procesului de ardere. Introducînd un control automat al instalaţiei de televiziune s-a putut obţine reproduceri clare a oricărei faze din procesul de ardere.

Autorul prezintă în continuare 18 fotografii ale ecranului de televiziune reprezentînd diverse faze ale arderii pentru sarcini ale cazanului de la 75 000—425 000 lb/h.

Intreţinerea instalaţiei de televiziune se face relativ uşor şi se presupune că o revizie preventivă la fiecare 3 luni permite menţinerea în stare bună de funcţionare a echipamentului.

La finele articolului autorul arată valoarea educativă a acestei instalaţii pentru însuşirea de către personalul din exploatare a proceselor ce au loc în focar. Vizualizarea directă a arderii permite nu numai o înţelegere mai uşoară şi mai rapidă a proceselor respective, dar apropie operatorul de realitatea arderii dîndu-i o idee mai directă asupra cantităţilor importante de energie pe care le controlează.

E 152 *r. a.*

Incercări de recepţie a unui cazan cu focar ciclon pentru *80* t/h Bang H., BWK, vol. 7, (1955), nr. 6, pag. 273—278

Sînt descrise pe larg şi apoi date rezultatele încercărilor efectuate asupra unui cazan cu focar ciclon construit de firma Babcock-Oberhausen.

Cazanul are următoarele caracteristici principale : debit de abur 64/80 t/h, presiunea aburului 80 atü, temperatura aburului 525°C, temperatura apei de alimentare 180°C. Alimentarea cu praf de cărbune este făcută printr-o instalaţie centrală de măcinare, cazanul fiind prevăzut cu buncăr intermediar de praf.

Nu este prevăzută cu o instalaţie de separare a prafului din gazele de ardere. Majoritatea cenuşei este evacuată în stare lichidă din primul drum al gazelor şi este granulată într-un recipient special.

Datele garantate şi care trebuiau verificate au fost : debit maximal continuu 80 t/h, debit normal 64 t/h, temperatura aburului după supraîncălzitor 525°C, randamentul 92,0 % la debitul de 80 t/h şi 95,2 % la debitul de 64 t/h. De asemenea s-a garantat gradul de colectare de 85 % al cenuşii în primul drum de gaze.

Incercările au fost efectuate la 6 200 ore de la darea în funcţiune. S-a funcţionat cîte 24 ore cu 80 t/h, şi 64 t/h pentru verificarea datelor garantate. De asemenea s-a făcut o încercare de 2 ore la debitul maxim de 91 t/h şi una de 32 ore la debit minim de circa 22 t/h.

Randamentul nu a putut fi determinat direct prin măsurarea cantităţilor de cărbune şi abur, ci s-a recurs la o determinare indirectă prin măsurarea pierderilor.

In locul randamentelor garantate de 92,5 şi 92,0 % s-au atins 93,07 şi 93,26 %. La sarcina maximă randamentul a fost de 92,9 % iar la sarcina minimă continuă 88,4 %. Rezultă o curbă foarte aplatisată a randamentului.

Gradul de colectare a cenuşei în primul drum de gaze s-a dovedit superior cifrelor garantate, atingînd 88 % pînă la 91 %. Conţinutul specific de praf în gazele de ardere este între 0,4—0,6 g/N m³. Nu s-a prevăzut separator de praf, deci cifrele se referă la conţinutul de praf în gazele evacuate.

De menţionat că în timp ce conţinutul de nearse din cenuşă a fost de ordinul 2 % între debitul normal şi debitul maxim, el s-a ridicat la 47,7 % la debitul minim.

Consumul sarcinilor interne, fără pompele de alimentare şi evacuarea zgurii şi cenuşii, a variat între 5,54 şi 5,8 kWh/t abur pentru debitul maxim şi debitul normal.

O încercare specială a arătat o posibilitate remarcabilă de creşterea sarcinii. In 60 s-a putut ridica debitul de la 32

la 90 t/h. Aceasta s-a datorat atît încărcării specifice foarte mari a focarului ciclon, cît şi reglajului electronic al cazanului. E 153 *m.a.*

Focare ciclon. Sharpe G. C. BCURA Bull., Vol. 18 (1954), 349—372.

Lucrarea constă dintr-un studiu documentat şi detaliat asupra focarelor ciclon. Pe baza unor desene schematice se arată dezvoltarea acestor focare, provenind din camerele de ardere, „Vortex". Se analizează probleme ca: alegerea combustibilului, aerul necesar, alimentarea cu aer, aprinderea, evacuarea sgurii, încărcarea focarului, reglajul, posibilităţile de acoperire ale sarcinii, pregătirea şi prepararea combustibilului, transportul combustibilului, necesarul de energie pentru servicii interne, întreţinere, suprafaţă de amplasare şi economii realizabile.

Se arată că în centrala Calumet s-a putut obţine datorită acestui focar următoarele economii:

25% suprafaţă de palier; 33% volum de construcţie, 22% greutate şi 6—6,5 dolari/kW.

In 1952 în S.U.A. erau în exploatare sau în curs de construcţie 98 focare ciclon, 31 cazane ciclon iar în 1954 108 focare la 35 cazane.

Cele mai mari unităţi sînt în curs de instalare la centrala Philo- la cazane de 305 t/h şi abur de 317 ata şi 625°C. Deoarece la aceste cazane, suprafaţa de radiaţie este relativ scăzută se foloseşte şi recirculaţia gazelor de ardere pentru a răci gazele de ardere de la 1040°C la intrarea în suprafaţa fierbătoare prin convenţie.

In lucrare se analizează şi instalaţiile germane cu focare-ciclon.

Se menţionează că focarele ciclon pot fi folosite şi pentru producerea gazelor necesare turbinelor de gaz. E 154

g. s.

Luarea în considerare a cenuşii la proiectarea centralelor termoelectrice, Simonson W. F. I. Inst. Fuel., vol. 25 (1952), nr. 145, pag. 226—234,

Se tratează problemele create de conţinutul de cenuşă ai cărbunilor în ordinea în care trebuie rezolvate de inginerul proiectant.

Prima problemă este alegerea amplasamentului ţinînd seama de cenuşa evacuată pe coş şi impurificarea atmosferei în zona învecinată. Urmează proiectarea propriu-zisă a instalaţiei de cazane şi a anexelor sale. Se examinează comportarea diverselor tipuri de focare la arderea de cărbuni cu conţinut mare de cenuşă, tendinţele de dezvoltare a supraîncălzitoarelor a fascicolelor de ţevi şi a celorlalte suprafeţe ale cazanului.

Rezultă că conţinutul de cenuşă a cărbunilor influenţează concepţia generală a centralelor şi construcţia cazanelor. E 155 *m. a.*

Supraîncălzire intermediară în două trepte, prin transmitere indirectă de căldură. După Achiv fur Energiewirtschaft, nr. 14, pag. 539—549.

Centralele moderne sînt prevăzute în prezent cu supraîncălzire intermediară şi ceea ce este interesant nu numai cele cu unităţi şi parametrii ridicaţi (150 MW, 217 MW 140 at, 565°C), dar şi altele prevăzute cu presiune mult mai scăzută (centrala Dunston B din U.S.A., cu 42 at).

In trecut supraîncălzirea intermediară era considerată numai ca o măsură trecătoare, care urma să fie aplicată pînă ce va fi fost posibil să se obţină presiuni şi temperaturi mai ridicate, care să permită destinderea în turbină fără întrerupere.

Astăzi cu toate că metalurgia pune la dispoziţie materiale care permit să se întreacă temperatura de 595°C şi presiunea de 140 at, se consideră că destinderea directă nu este suficientă şi se foloseşte şi supraîncălzirea intermediară, care permite să se sporească randamentul termic.

Supraîncălzirea intermediară conduce, atît la mărirea randamentului ciclului termic, cît şi la îmbunătăţirea randamentului paletelor turbinelor, care scade cu 1,15% la o creştere a conţinutului de apă al aburului cu 1%.

In articol, folosind diagrama aburului, presiune — entalpie (p-i), se examinează avantajele pe care la aduce supraîncălzirea intermediară într-o singură treaptă şi în două trepte, conchizînd că din punct de vedere teoretic, al creşterii randamentului termic, este interesant să se prevadă mai multe supraîncălziri intermediare. Astfel se menţionează ca exemplu un caz, cu presiune iniţială de 70 at, la care la o îmbunătăţire a randamentului termic cu 8% pentru prima treaptă a supraîncălzirii intermediare, se mai obţine în plus încă 4% printr-o a doua treaptă.

Se arată că din punct de vedere al îmbunătăţirii randamentului termic, este interesant ca atît în prima, cît şi în a doua treaptă, supraîncălzirea intermediară să fie condusă pînă la valoarea temperaturii aburului viu.

Dificultăţile mari care se întîmpină cu introducerea supraîncălzirii intermediare, rezultă în special din volumul specific mare al aburului în treptele de supraîncălzire intermediară, care necesită conducte foarte mari, în deosebi pentru cea de a doua treaptă a supraîncălzirii.

Pentru eliminarea acestor greutăţi, autorul propune ca transmiterea căldurii să se facă indirect, folosind un circuit intermediar cu un lichid sau un gaz. In acest sens se examinează două scheme, în care se încălzeşte aburul din ambele trepte ale supraîncălzitorului intermediar, folosind ca agent purtător de căldură, într-una din propuneri un metal topit, iar în cealaltă aer de 142 at.

Se indică apoi pentru un caz concret, cîştigul de căldură, în procente obţinut prin cea de a doua treaptă a supraîncălzirii intermediare, dacă se variază presiunea şi temperatura acestei trepte de supraîncălzire. E 156

b. i

Electroenergetica

Tabelă cu coeficienţii binomului de probabilitate cu şase zecimale exacte Raport al Comitetului AIEE — Tr. A.I.E.E. 71 (1952), P III, p. 527

Determinarea rezervei prin metodele calculului probabilităţilor porneşte de la premiza că defectele accidentale ale grupurilor sînt evenimente întîmplătoare independente.

Dacă p reprezintă probabilitatea ca o anumită maşină să fie avariată atunci $1-p=q$ reprezintă probabilitatea ca această maşină să fie bună, iar termenii succesivi ai dezvoltării binomului:

$$(q+p)^m = q^m + C_1^m \cdot q^{m-1} \cdot p + C_2^m \cdot q^{m-2} \cdot p^2 + \ldots + p^m$$

dau respectiv probabilităţile de a avea 0, 1, 2 ... m, maşini avariate simultan la un număr total de m maşini dintre care $m-n$ sînt în serviciu şi n sînt avariate. In articol se dau valorile numerice ale coeficienţilor binomului de probabilitate.

Tabelele sînt pentru un număr m de maşini variind de la 2 la 65 şi pentru probabilităţi p variind de la 0,005 la 0,06. E 157

r. a.

In legătură cu calculul circuitelor trifazate cu un număr oareeare de scurteireuite şi de întreruperi ale fazelor Borkovskaia N. V. Pruhov E. G., Electricestvo nr. 5 (1955), pag. 79—81.

Se arată în introducere, deosebita importanţă ce a căpătat-o în utimii ani calculul circuitelor trifazate cu scurtcircuite şi întreruperi simultane ale fazelor. Calculele respective se întocmesc de obicei la proiectarea reţelelor electrice, la protecţia prin relee şi la automatizările electrice.

Pentru rezolvarea acestei probleme care comportă n puncte de nesimetrie se scriu 6 n ecuaţii.

Autorul propune în articol ca printr-o alcătuire judicioasă a ecuaţiilor să se reducă numărul de ecuaţii de la 6 n la n.

In tabelele din articol se indică modul de grupare a ecuaţiilor pentru a fi posibilă reducerea respectivă de ecuaţii. Se calculează un exemplu cu două puncte de nesimetrie (scurtcircuit monofazat pe faza A şi întrerupere pe faza B).

In anexă este dat calculul unui circuit cu un scurtcircuit şi două întreruperi. După ce se efectuează calculul pentru aceste două cazuri se ajunge la concluzia că rezultatele obţinute

prin metoda propusă coincid cu rezultatele obținute prin metoda folosită anterior. E. 158

n. p.

Diagrame și tabele pentru determinarea variațiilor de tensiune în transformatori Thiersen Wilhelm, AEG Mitl. iulie — august (1954), vol. 44 pag. 241—246.

Autorul definește variația de tensiune într-un transformator pentru o sarcină dată ca diferența de tensiune între tensiunea în sarcină și tensiunea în gol; determinarea acestei variații de tensiune poate să se facă rapid folosind procedee grafice.

După ce a dat o tabelă a valorilor căderilor de tensiune neinductive raportate la tensiunea nominală de scurtcircuit pentru diferiți transformatori, autorul expune folosirea celor trei nomograme: cu prima se citește direct căderea de tensiune căutată, la a doua se folosește o riglă gradată și cu a treia valoarea căutată se obține trasînd o dreaptă; ultima nomogramă are avantajul că permite citirea simultană a mai multor valori. Sînt examinate patru exemple de calcul. E. 159

n. p.

Alimentarea în *110* kV a orașului Hamburg R. Meister, E.T.Z., 1 mai (1956), H. 9.

Articolul expune rezultatele unui studiu de perspectivă al dezvoltării rețelei electrice a orașului Hamburg, conținînd o analiză tehnico-economică foarte detaliată.

Autorul observă că în general se subapreciază capacitatea de transport a rețelelor de 20—30 kV și dă cifrele puterilor distribuite în Berlin și Hamburg.

Dezvoltarea în perspectivă a rețelei din Hamburg este prevăzută prin suprapunerea unei rețele de cabluri și linii de 110 kV peste rețeaua actuală de 25 kV și cu stații de 110/25 și 110/6 kV.

Cînd puterea mașiniior ce debitează la scurtcircuit în rețeaua de 110 kV va depăși 1000 MVA, se va secționa în două aceasta, pentru a nu depăși valorile: 2500 MVA la 110 kV, 1000 MVA la 25 kV pe barele centralelor și 600 MVA pe barele stațiilor, 200 MVA la 6 kV.

Pentru a face comparația economică a transportului prin cablu de 110 kV sau de 25 kV, se studiează variația costurilor de transport, pentru 4000 ore utilizare, la sarcini între 30 MVA și 450 MVA și distanțe de la 5 la 50 km. printr-o diagramă în spațiu.

Problema puterii instalate și a distanțelor între stațiile de 110/25 kV s-a studiat de asemeni printr-o diagramă în spațiu exprimînd relația între costurile de investiții și transport, distanță și densitatea de sarcină.

Rezultatele au arătat că, costurile specifice pentru investiții în stații tind spre o limită independentă de densitatea de consum, pe cînd pierderile de transport admit un minim. Concluziile studiului sînt:

Transportul în cabluri de 110 kV este avantajos față de cel în 25 kV abia la puteri peste 180 MVA. La densități de consum între 20—50 MW/km² sînt economice distanțele între stațiile de 110 kV, de 6—8 km. Puterea instalată rațională în stații este de 2—300 MVA.

Pentru reducerea puterii de scurtcircuit, rețeaua de 25 kV va fi arborescentă. Se va tinde spre înlocuirea stațiilor cu trei tensiuni (110, 25 și 6 kV) prin stații cu două tensiuni (110 și 6 kV).

Centurile de linii de 110 kV ale orașului au 176 km și transportă 450 MVA spre centrele de greutate ale consumului. Acestea sînt calculate pentru a fi acoperitoare pînă în 1965-1966, considerînd o creștere anuală a consumului cu 7%. Alimentarea din exterior ce va apare în viitor este proiectată în 380 kV. Se discută numărul optim și mărimea transformatoarelor din stații și gradul de rezervă al lor (4 × 40 MVA).

Toate studiile pentru configurația rețelei s-au făcut pe model de rețea. Se dau scheme electrice pentru stațiile de 110/25/6 kV interioare, cu spațiu minim, avînd telesemnalizare și telecomandă.

Se tratează protecția prin relee a rețelei.

Articolul conține 21 figuri și 8 note bibliografice. E 160

an. b.

Transport în curent continuu în insula Gotland Liden I. Uhlmann E. și Sviden S., Asea Rev., vol 27, (1955), pag 27—40 și ASE, vol. 46 (1955), pag. 1215 — 1218.

Transportul de energie în curent continuu între Suedia continentală și insula Gotland prevăzut pentru o putere de 20 MW la 100 kV este realizat printr-un cablu submarin monofazat de 100 km lungime cu secțiunea de 90 mm², cu doi redresori în serie la fiecare extremitate a cablului; alimentarea se face din rețeaua trifazată continentală de 130 kV iar energia transportată se distribuie în rețelele trifazate de 50 kV ale insulei Gotland. Deoarece prin legătura în curent continuu nu se poate transporta decît energie activă, energia reactivă necesară este produsă local prin compensatori sincroni.

In articol se descriu detaliat substațiile terminale de la Västervik (Suedia continentală) și Ygne (insula Gotland), cutia Gotland, întoarcerea curentului, prin mare și pămînt reactanțele montate în serie în fiecare substanție pe cablul de transport, sala redresorilor etc. Energia necesară serviciilor interne ale redresorilor în substația Gotland este furnizată de un grup trifazat local de 200 kVA, 400 V. Această instalație este prima în lume. E 161

n. p

Construcții moderne de stîlpi la liniile de foarte înaltă tensiune Meyer, H. E.T.Z., H., 8 aprilie (1956).

Se tratează diversele tipuri de stîlpi de 220—400 kV, construiți în diferite țări, în diferiți ani. Se compară dispozițiile conductorilor pe stîlpi cu privire la siguranța la chiciură. Se indică construcții cu 1, 2 sau 3 conductori de protecție.

Există tendința de a renunța la conductorul de protecție (mai ales în Franța) din motive economice, cu excepția porțiunilor de lîngă stație.

Se discută avantajele liniilor cu dublu circuit pe același stîlp și ale celor cu stîlpi separați. In Italia, Austria, Elveția, S.U.A., Canada și Japonia se preferă numai în unele cazuri circuitul unic pe stîlp. In Suedia, U.R.S.S., Spania și Finlanda predomină linia cu simplu circuit.

Se compară diferitele materiale și forme de conductori, jumelați sau nu. Pînă la 220 kV se fac conductorii simpli. Peste 220 kV se fac dublu, triplu și quadruplu jumelați.

Sînt descrise tipurile de izolatori.

Urmează o discuție asupra materialului indicat pentru construcția stîlpului. In Germania stîlpii se construiesc din profile nituite, în Anglia și Franța predomină bulonarea. In Elveția se aplică mult construcția din țeavă umplută cu beton.

Se prezintă unele noi construcții metalice.

Sînt tratate diferite tipuri de fundații și unele construcții speciale, stîlpii de aluminiu din Canada, deschideri neobișnuite, etc.

Se dau 32 note bibliografice. E 162

an. b

Topirea chiciurii de pe liniile de înaltă tensiune în S.U.A. Pfunderi, W. E.T.Z.—A, vol. 77, H. 6, 11 martie (1956).

Se tratează metodele de topire a chiciurii de pe linii, utilizate în S.U.A., unde clima este foarte propice depunerilor de mari proporții. Metodele descrise se aplică la liniile de 33—132 kV și în rețelele noi de 330 kV.

Pentru prevenirea depunerilor, se practică încălzirea prin deconectarea uneia din circuitele paralele. Pentru înlăturarea depunerilor se utilizează scurtcircuitarea unei linii și alimentarea ei cu un generator pe bară separată. Se preferă generatorii de 25 Hz care, din cauza reactanței reduse, pot încălzi lungimi mai mari de linie. Dezavantajele acestor metode sînt: durata manevrelor, schimbarea reglajului protecției și reducerea sistemului energetic. De aceea metodele de mai sus se aplică numai la rețele pînă la 66 kV, puțin buclate sau la cele ce dispun de generatorii cu 25 Hz.

Astăzi, legăturile puternice de buclare și puterile de scurtcircuit atinse fac posibil a lua energia pentru încălzirea liniilor direct de la stațiile de transformare. La rețelele pînă la 66 kV se preferă transformatorii cu prize suplimentare de 2—10 kV. Rețelele cu chiciură se scurtcircuitează și se leagă, după lungimea și secțiunea lor, la tensiunile parțiale. Trans-

formatorii sînt dimensionaţi pentru aceste sarcini suplimentare.

In reţelele de 132 kV, foarte puternic bluclate, unele întreprinderi iau energia direct de la barele de 132 kV, prin legarea liniei scurtcircuitate la un sistem de bare special.

O metodă aplicată fără deconectarea liniei este rotirea artificială a unghiului tensiunii la capete, pentru a produce un curent suplimentar ce se închide printr-o buclă din reţea. Se realizează prin schimbarea conexiunii la transformatori.

Dispozitivele de topire se prevăd în faza de proiectare a liniei. Ele se studiează pe modele de reţea.

Unele întreprinderi utilizează faptul că depunerile de chiciură măresc amortizarea convorbirilor prin telefonie pe înaltă frecvenţă, pentru a conecta receptori speciali care semnalizează începutul depunerilor. Cum ceaţa produce un fenomen asemănător, este necesară cunoaşterea condiţiilor atmosferice, pentru a interpreta just.

La liniile de 330 kV s-au proectat dispoziţii pentru alimentare din barele de 132 kV ale staţiilor de transformare.

Se dă un calcul al energiei necesare pentru topire şi se discută dacă încălzirea continuă preventivă este avantajoasă faţă de încălzirea periodică a straturilor încă admisibile de chiciură formate. E 163

an. b.

Protecţia sistemelor energetice contra furtunilor V. V Burgsdorf, Electricestvo, nr. 9 (1955).

Se caracterizează lucrările efectuate pentru studiul intensităţii descărcărilor atmosferice în diverse regiuni ale ţării, precum şi pentru analizarea descărcărilor de impuls. Sînt cercetate rigidităţile dielectrice pentru diferite distanţe între eclatori, în aer şi ulei, fenomenul corona la impulsuri prin metode de laborator şi pe linii electrice de transport şi amortizarea oscilaţiilor la propagarea lor de-a lungul liniei. De asemenea se analizează metodele pentru determinarea zonelor de protejat contra trăsnetului, alegerea şi calculul pămînturilor.

Se descriu etapele de dezvoltare prin care au trecut construcţiile sovietice de descărcători tubulari şi neliniari şi se dau indicaţii asupra direcţiei în care trebuie îndreptate preocupările pentru perfecţionarea lor. In legătură cu aceasta se analizează echipamentul de protecţie contra supratensiunilor al liniilor moderne de transport din U.R.S.S., schemele de protecţie selectivă ale staţiilor şi substaţiilor, precum şi lucrările efectuate în legătură cu fenomenele oscilatorii şi rigiditatea dielectrică a izolaţiei transformatorilor.

Se constată cerinţele impuse în U.R.S.S. de protecţia maşinilor rotative, dificultăţile întîmpinate pentru executarea acesteia şi importanţa elaborării unor metode simple de protecţie contra descărcărilor atmosferice ale instalaţiilor cu maşini rotative.

Se acordă o deosebită atenţie „liniilor conducătoare pentru protecţia contra supratensiunilor", în legătură cu perfecţionarea sistemelor de protecţie contra furtunilor ale sistemelor energetice din U.R.S.S. E 164

ş. s

Protecţia posturilor de înaltă tensiune contra supratensiunilor atmosferice cu ajutorul bucăţilor de cablu Robert Davis, E.T.Z., vol. 76 (1955), pag. 847—853.

Se studiează forma şi modul de propagare a supratensiunilor de origină atmosferică pe liniile aeriene şi pericolele pe care ele le constituie pentru posturile de înaltă tensiune. Se arată cum gravitatea pericolului variază după tensiunea nominală a reţelei, rezistenţa prizelor de pămînt, prezenţa sau absenţa firului de gardă deasupra conductorilor aerieni; se examinează de asemenea rolul protector pe care îl joacă o bucată de cablu intercalată între linia aeriană şi postul de înaltă tensiune şi se determină pentru diverse tensiuni nominale, lungimi de cable ce trebuie prevăzute pentru ca amplitudinea supratensiunilor intrate pe linie să nu fie periculoase pentru post. E 165

n. p.

Cîteva posibilităţi de mărire a stabilităţii sistemelor energetice cu linii de intercconexiune „slabe" Gornstein M. V., Electricestvo, nr. 5 (1955), pag. 48—56.

Autorul arată în introducere, că în U.R.S.S. dezvoltarea energeticei este însoţită de interconectarea sistemelor energetice şi a nodurilor energetice, pentru a fi posibilă manevrarea rezervelor de putere, din sisteme. Liniile care au o capacitate mică de transport faţă de puterea sistemelor energetice se numesc linii „slabe". Aceste linii se supraîncarcă repede şi provoacă dificultăţi în funcţionarea în paralel a sistemelor energetice. Funcţionarea liniilor cu o putere de transport de 10—15 % din puterea celui mai mic sistem este chiar imposibilă deoarece atît supraîncărcările cît şi avariile provoacă perturbarea stabilităţii. Metodele obişnuite de mărirea stabilităţii (forţarea excitaţiei, divizarea fazelor etc.) nu conduc la mărirea stabilităţii liniilor „slabe". Autorul a propus un dispozitiv de reglare care comandă admisia aburului în turbină în funcţie de unghiul de defazaj al forţei electromotoare a generatorului, turaţia şi acceleraţia turbinei. Se analizează apoi ecuaţiile de bază ale stabilităţii şi se arată la ce rezultate se poate ajunge cu o serie de aproximaţii. Se arată după aceea încercările experimentale efectuate cu un asemenea dispozitiv şi rezultatele la care s-a ajuns prin folosirea acestui dispozitiv.

Se arată în concluzie că reglarea prin unghi, turaţie şi acceleraţie a puterii turbinei poate fi folosită pentru menţinerea frecvenţei şi a circulaţiei de putere pe linii. In acest scop o centrală situată într-un raion cu un deficit de putere trebuie să preia reglarea unghiului α dintre forţa electromotoare şi aceea a unei surse de frecvenţă constantă de exemplu a unui oscilator cu tuburi stabilizate cu cuarţ. E 166

n. p.

Hidroenergetica

Centrala hidroelectrică de la Kuibisev Energetic, nr. 5 (1956), pag. 1—6.

Centrala hidroelectrică de la Kuibişev amplasată pe cursul mediu al fluviului Volga, se distinge atît prin puterea sa cît şi prin mărimea construcţiilor. Centrala de la Kuibişev, cu o putere instalată de 2 100 000 kW, împreună cu cea de la Stalingrad, cu o putere instalată de 1 700 000 kW, reprezintă circa 40 % din potenţialul hidroenergetic al Volgii.

In acest nod hidraulic, de la malul drept spre cel stîng intră următoarele uvraje:

— centrala hidroelectrică cu o lungime de 700 m;
— barajul de pămînt lung de 30 km;
— barajul deversor de beton lung de 1,0 km;
— ecluzele;

Pe ambele maluri spre locul de acumulare, se întind digurile de pămînt. Lungimea însumată a tuturor uvrajelor este de 5,5 km, iar lacul de acumulare creat de acestea este cel mai mare lac artificial din lume. La nivelul normal de retenţie lacul are un volum de 52,3 miliarde m^3, iar suprafaţa oglinzii apei este de 560 000 ha. Lăţimea sa maximă este de 32 km, iar adîncimea depăşeşte 60 m.

Căderea hidraulică la care turbinele funcţionează cu un randament ridicat (maxim 0,94) variază în timpul anului între 13,3 m pînă la 27, 8 m

Centrala este de tip sumersibil, agregatele şi sala maşinilor fiind cuprinse în corpul barajului deversor. Cele 20 agregate din care este compusă centrala, au fiecare puterea de 105 000 kW. Turbinele de tip Kaplan, verticale, sînt cele mai mari din lume realizate, avînd diametrul rotorului de 9,30 m.

Debitul pe care îl înghite o turbină este de 685 m^3/s, adică mai multă apă decît are oricare riu din ţara noastră, afară de Dunăre.

Turbina are 6 pale, fiecare din ele cîntărind 20 tone greutatea părţii mobile a agregatului împreună cu apa din ea, este de 3 400 tone.

La debite mari, surplusul de apă ce vine în lacul de acumulare este evacuat prin descărcători. Debitul catastrofal, care ar veni odată la 1 000 ani — 71 200 m^3/s este evacuat prin:

— barajul deversor de beton cu o capacitate de deversare de 40 000 m³/s.

— 40 goliri de fund — cîte două pe lîngă fiecare turbină care pot evacua 20 000 m³/s.

— turbinele care evacuează 13 000 m³/s;

Centrala hidroelectrică de la Kuibîşev are construcţii interesante din punct de vedere mecanic şi electric ca: vane stavile, poduri rulante, macarale portal, maşini de curăţit grătare, generatoare, regulatoare, pompe compresoare, din care o bună parte sînt descrise în articol. E. 167

k. t.

RECENZIE

Curentul de scurtcircuit *Dr. MIKLOS VAJTA*: vol. I, Müszaki kòmjokiadó, Budapest, 1956, 502 pag.

Un rol important în proiectarea instalaţiilor electrice, îl joacă şi necesitatea ca instalaţiile respective să poată să suporte solicitările în caz de defecte; în aceste cazuri, dintre care cele mai frecvente sînt scurtcircuitele, valoarea curentului devine foarte importantă.

Fenomenele de scurtcircuit şi în speţă valorile curenţilor de scurtcircuit sînt tratate pe larg în literatura de specialitate; totuşi pînă în prezent nu a existat un punct de vedere unitar în această problemă, unii autori elaborînd metode de calcul bazate pe aproximaţii care nu în toate cazurile erau convenabile.

Autorul a căutat în lucrarea sa, să strîngă toate materialele cu privire la această problemă, să analizeze critic metodele utilizate şi să completeze cu consideraţii proprii unele lacune întîlnite.

Lucrarea se compune din două volume, din aceasta apărînd pînă în prezent numai primul. Acest volum cuprinde patru părţi şi un apendice.

In prima parte intitulată *„Studiile preliminare cu privire la calculele de scurtcircuit"* se tratează despre problemele generale a scurtcircuitelor, clasificarea lor, metodele de calcul în unităţi absolute, relative, etc.

In cea de a doua parte intitulată *„Componente simetrice"* autorul trece în revistă metodele de calcul utilizînd componentele simetrice (directă, inversă şi homopolară), elaborează schemele echivalente pentru diverse tipuri de scurtcircuite, dînd exemple de calcul. De remarcat că se dau şi elementele de calcul exact cu luarea în consideraţie a rezistenţei.

Partea a treia care, o arată şi titlul se ocupă de maşinile sincrone, studiează comportarea acestora în regim staţionar ca şi în regimul tranzitoriu de scurtcircuit. Trebuie remarcat că se dau şi constantele de timp ale maşinilor, (la mersul în gol, în caz de scurtcircuit, etc.).

In partea a patra intitulată *„Mărimile de calcul ale elementelor de reţea"* se studiează deversele elemente ce intră în compunerea sistemelor electrice şi care sînt parcurse de curenţii de scurtcircuit: transformatorii, autotransformatorii, reactorii, liniile aeriene, cablele. Trebuie remarcat că autorul dă tabele originale, referitoare la reactanţele cablelor de diverse tipuri. In anexă autorul redă, pentru a face acesibilă lucrarea şi acelora care nu au o pregătire matematică suficientă, o serie de consideraţii teoretice necesare abordării textului. Astfel se dau noţiuni despre calculul complex, despre reprezentarea vectorială a funcţiilor periodice, despre legile fundamentale din electrotehnică.

Lucrarea este completată de o serie de tabele şi nomograme care uşurează calculul; totodată autorul dă şi o bogată bibliografie.

Cartea Dr. Ing. Vajta este în general prezentată la un nivel ştiinţific şi tehnic ridicat şi este de un real ajutor atît proiectanţilor de instalaţii electrice, cît şi tehnicienilor de exploatare; ea umple un gol în literatura de specialitate.

Ing. C. I. Peneseu.

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice * Redacţia: Bucureşti, str. Ioan Ghica nr. 3. Raionul Tudor Vladimirescu, Telefon: 3.57.28 şi 3.07.30 * Administraţia şi Casieria: Calea Victoriei nr. 118, Raionul I. V. Stalin * Abonamentele se primesc la sediul Redacţiei din str. Ioan Ghica nr. 3 * Tarif pontru întreprinderi: lei 96 anual; Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri; lei 30 anual; Preţul unui exemplar: lei 5.

COMITET DE REDACȚIE

Conf. ing. **Ioan D. Stănceseu** redactor responsabil
Conf. ing. **Călin Mihăileanu** redactor resp. adjunct

Ing. **N. Armeneoiu,** conf. ing. **I.A. Badea,** prof. ing. **M. Bercoviei,** membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, conf. ing. **E. Constantineseu,** ing. **V. Cozeleiue,** ing. **P. Dimo,** laureat al Premiului de Stat, prof. ing. **C. Dineuleseu,** membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. Heresеu,** conf. ing. **N. Moldoveanu,** conf. ing. **C. Peneseu,** ing. **P. Vieol,** prof. ing. **I. Vlădea.**

E 2039

R

KAT

ENERGETICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

REVISTA ENERGETICA
1956

SUMAR

Pag.

Popa S.: Spre un nou avînt în tehnica construcţiilor energetice 405

Mihăileanu C.: Lucrările celei de a 16-a sesiuni a Conferinţei Internaţionale a Marilor Reţele Electrice (CIGRE) ţinută la Paris între 30 mai şi 9 iunie 1956. 408

Burducea C.: Folosirea hidrogenului pentu răcirea turbogeneratoarelor. 415

Voinea M.: Determinarea consumului anual de combustibil al centralelor termoelectrice cu condensaţie cu diferiţi parametrii şi puteri unitare, în diferite ipoteze de funcţionare . 420

Călin S.: Metode de reglare automată descentralizată a frecvenţei în sistemele energetice 426

Pavel D.: Microturbina elicoidală. 435

ENERGETICA PESTE HOTARE 438

DOCUMENTARE 444

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

С. Попа: К новому подъему техники энергетических сооружений 405

К. Михайляну: Работы 16-той сесссии Международной Конференции Крупных Электрических сетей (СИГРЕ), имевшей место в Париже 30 мая 1956 г. 408

К. Бурдуча: Использование водорода для охлаждения турбогенераторов . . 415

М. Войня: Определение годового расхода топлива для конденсационных ТЭЦ, с различными параметрами, при различных гипотезах работы 420

С. Калин: Методы десцентрализованной автоматической регулировки частоты энергетических систем 426

Д. Павел: Винтовые турбины 435

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА 438

ДОКУМЕНТАЦИЯ 444

SOMMAIRE

Page

Popa S.: Vers un nouveau développement dans la technique des constructions énergétiques 405

Mihăileanu C. Les travaus de la 16-e session de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (CIGRE) tenue à Paris entre le 30 mai et le 9 juin 1956 . . . 408

Burducea C.: L'emploi du hydrogène pour le refroidissement des turbogénérateurs . . . 415

Voinea M.: La détermination de la consommation annuelle de combustible dans les centrales thermoélectriques à condensation de différents paramètres et puissances unitaires, dans différentes hypothèses de fonctionnement 420

Călin S.: Méthodes de réglage automatique décentralisé de la fréquence dans les systèmes énergétiques 426

Pavel D.: Turbines hélicoidales 435

L'ENERGETIQUE A L'ETRANGER 438

DOCUMENTATIONS 444

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Popa S.: Auf dem Wege neuer Entwiklung in der Technik energetischer Bauten . . . 405

Mihăileanu C.: Die Arbeiten der 16. Tagung der in Paris zwischen den 30. Mai und 9. Juni 1956 abgehaltenen Internationalen Konferenz der elektrischen Grossnetzen 408

Burducea C.: Die Verwendung von Wasserstoff für die Kühlung von Turbogeneratoren . . 415

Voinea M.: Bestimmung des jährlichen Brennstoffverbrauches in Kondensationskraftwerken mit verschiedenen Dampfzuständen und Einheitsleistungen, für verschiedene Betriebsbedingungen 420

Călin S : Automatisches dezentralisiertes Frequenzregelungsverfahren in Verbundsystemen 426

Pavel D.: Propellerturbinen 435

DIE ENERGETIK IM AUSLANDE 438

BUCHERSCHAU 444

E 2039

Országos Mérésügyi Könyvtár TULAJDONA

ENERGETICA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacţie

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul IV ★ 1956 ★ Nr. 9 Redacţia: Bucureşti, str. I. Ghica nr. 3 ★ Tel. 3.07.30 3.57.28

Institut. de Documentare Tehnică BUCUREŞTI ОБМЕН - CHANGE VYMENA - WYMIANA TAUSCH - СМЕНА

ÎN INTIPINAREA CONGRESULUI A.S.I.T.

Spre un nou avînt în tehnica construcţiilor energetice

Ing. POPA STOICA

Locţiitor al Ministrului Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice

Documentele Congresului al II-lea al P.M.R. arată că în perioada primului plan cincinal poporul nostru muncitor sub conducerea P.M.R a obţinut succese importante în opera de construire a socialismului în R.P.R.

Munca plină de abnegaţie şi avînt a oamenilor muncii din ţara noastră a dus la realizarea încă de la 10. XI. 1955 a sarcinii planului cincinal privind volumul producţiei globale industriale pe perioada 1951—1955.

Creşterea producţiei industriale cu un ritm ridicat a fost posibilă şi datorită faptului că am primit sprijin multilateral din partea U.R.S.S. prin utilajul modern ce a fost furnizat unităţilor noastre energetice, documentaţii, precum şi specialişti cari au ajutat la formarea cadrelor la nivelul tehnicii moderne.

Prima etapă a planului de electrificare, s-a încheiat odată cu înfăptuirea primului plan cincinal şi aşa cum se arată în raportul prezentat la Congresul al II-lea al P.M.R., „principalele obiective ale acestei perioade au fost realizate".

Astfel în această perioadă s-au pus în funcţiune centrale ca: Ovidiu, Doiceşti, Sîngeorgiu, Petroşani, etc., precum şi importante linii de transport şi distribuţie de energie electrică, care asigură cu energie electrică numeroase obiective economice din ţara noastră.

Dar satisfacerea nevoilor oamenilor muncii, din ce în ce crescînde, impune economiei noastre naţionale dezvoltarea sa, pe baza unor indici mai ridicaţi.

Directivele Congresului al II-lea al P.M.R. dă sarcini precise asupra indicilor pe care trebuie să-i realizăm în perioada celui de al II-lea plan cincinal.

Dezvoltarea economiei noastre precum şi progresul tehnic este strîns legat de dezvoltarea industriei energetice precum şi de rezolvarea problemelor de electrificare în general.

In construcţia unităţilor energetice s-au obţinut rezultate îmbucurătoare, astfel punerea în funcţiune a primului grup s-a executat în 28 luni la centrala Ovidiu, în 30 luni la Doiceşti şi Borzeşti, iar la Petroşani unde s-au executat instalaţiile pentru cea mai mare centrală termoelectrică din ţara noastră, s-au scurs 36 de luni. De asemenea la liniile de 110 kV s-au executat unele lucrări cu un ritm de 1 km pe zi.

Cu toate acestea se poate spune că în condiţiile nivelului actual al tehnicii construcţiilor din ţara noastră, ciclul de producţie în construcţii este încă mare.

Se practică încă tehnologii bazate pe rutină, procese tehnologice ce nu se înscriu în indicii economici prescrişi. Nu se creează flux tehnologic mobilizator al tuturor forţelor şi capacităţilor de care se dispun.

De asemenea, se mai menţine caracterul individual al producţiei, datorită faptului că nu sînt create condiţiile necesare pentru adaptarea unor soluţii industrializate creindu-se particularităţi dăunătoare, în contradicţie cu o tehnologie legată de analiza ştiinţifică.

Menţinerea unui coeficient mare de manoperă precum şi un consum de material ridicat, arată consecinţele practicei de mai sus.

Experienţa în tehnica construcţiilor arată că situaţia actuală poate fi îndreptată hotărîtor prin introducerea metodelor rapide în construcţii.

Principiile fundamentale ale metodelor rapide în construcţii, pot fi caracterizate astfel.

1. — Mecanizarea maximă și complexă a tuturor lucrărilor de construcții și montaj și în primul rînd, mecanizarea proceselor cu volum de muncă mai mare, în scopul asigurării creșterii productivității muncii, a economiei timpului de muncă, precum și a celor unde necesită eforturi fizice deosebite de muncă omenească, (pentru a ușura munca omului).

2. — Industrializarea lucrărilor de construcții prin executarea în atelier sau în locuri special amenajate, a elementelor de construcții și montaj, de prefabricate, în scopul de a înlocui pe șantier procesele de execuție cu montarea acestor elemente.

Sistemul trebuie să se refere la o concepție corespunzătoare încă din faza de proiectare, care să permită elemente uniformizate, care prin reducerea numărului de tipuri și prin mărirea seriilor să creeze condiții favorabile rentabilității acestora.

De asemenea, industrializarea lucrărilor de construcții trebuie să ducă nemijlocit la reducerea consumului de materiale, la scurtarea termenului de execuție, la reducerea consumului de manoperă, la îmbunătățirea calității, precum și la reducerea costurilor construcțiilor.

3. — Organizarea științifică a muncii pe șantier, prin introducerea unor procese tehnologice care să țină seama de realizările cele mai bune obținute pînă în prezent.

Introducerea normelor tehnice care trebuie să reprezinte experiența cîștigată de fruntașii producției, pe baza cărora să se poată organiza întreceri socialiste, creînd prin aceasta elanul necesar, specific economiei socialiste.

In perioada primului plan cincinal putem spune că s-au obținut realizări importante, executîndu-se un volum uriaș de construcții energetice, deschizîndu-se șantiere importante, lucrîndu-se simultan la o seamă din acestea, cuprinzînd astfel o suprafață din ce în ce mai mare a țării noastre cu posibilități de alimentare cu energie electrică.

Față de aceste frumoase realizări, putem spune totuși :

a). — *In ceea ce privește mecanizarea pe șantierele noastre, se constată că deși s-au executat mecanizat o cantitate apreciabilă din lucrările cu volum mare de lucru, totuși în lanțul tehnologic nu s-au prins volumele posibil de executat.*

Dacă am lua numai săpăturile de fundații la construcțiile de canale pentru cabluri și instalațiile sanitare, ne-am da seama ce volum reprezintă săpăturile care se mai execută manual.

Unitățile noastre de construcții și montaj trebuie să ia de urgență măsurile organizatorice pentru a înlătura practica dăunătoare a așa ziselor condiții obiective.

In ceea ce privește montarea prefabricatelor la construcții precum și manopera lor, ele ocupă un volum de muncă prea mare.

In această situație se poate spune că se menține în o serie de locuri sistemul de lucru cu tachilaje, care este destul de greoi și cu o slabă productivitate. Trebuie înlocuit aproape total prin utilizarea mai rațională a macaralelor de pe șantiere.

Lucrările de tencuire au deasemenea un volum mare de manoperă, ce se execută slab mecanizat, deși s-au făcut încercări frumoase pe șantiere. Atacarea prea multor lucrări simultane fac ca utilajul să fie într-o dispersare exagerată, executînd izolat volume mici de lucrări, ceea ce conduce la o utilizare nerațională, precum și la agravarea deficitului existent. Printr-o mai rațională organizare a lucrului și a locului de muncă, aceste situații pot fi corectate.

Pe șantierele noastre se observă o utilizare din ce în ce mai largă a micii mecanizări. Sînt astăzi secții întregi care au o largă introducere a micii mecanizări, în special la manipulări de materiale și utilaje, fie pe orizontală, sau verticală. Descărcarea simultană a unei garnituri cu agregate, macarale pionier, scări telescopice ușor de manevrat, dispozitive de prelucrări care înlocuiesc și trebuie să înlocuiască majoritatea sculelor ca : sudura prin presare, găurirea betoanelor cu flăcări oxiacetilenice, prelucrări rapide la rece, etc.

Menținerea metodelor de lucru cu prea multe scule face să se mențină metode meșteșugărești, care trebuie să dispară, locul lor trebuind să fie luat de dispozitive cu tehnologii avansate și cu o productivitate mult mai ridicată.

Organele de conducere de la șantiere trebuie să facă o adevărată școală pentru introducerea micii mecanizări, organizînd cursuri, sprijinind și organizînd executarea dispozitivelor necesare în atelierele proprii.

b. — *In ceea ce privește industrializarea lucrărilor se poate constata că s-au obținut rezultate frumoase în special la industrializarea elementelor de construcții.*

Utilizarea pe scară largă a grinzilor, planșee, scări, ancadramente, clavouri pentru coșuri de fum, canale de cabluri, subansamble, panouri de camere de comandă, stîlpi de electrificare etc., arată tot atîtea frumoase realizări.

Așa cum am mai arătat, progrese s-au făcut în ceea ce privește industrializarea elementelor de construcții, dar mai puține rezultate s-au obținut în ceea ce privește industrializarea lucrărilor de construcții.

Unitățile noastre de proiectare trebuie neapărat să treacă la verificarea modulelor, pentru a se înscrie cît mai mult în cele care au fost elaborate ca tip, pînă în prezent de CSAC.

Panouri mari prefabricate trebuie de asemenea introduse pe o scară cît mai mare. Un început promițător este acela de la stațiile de 110 kV, care trebuie neapărat să fie extins.

Problema nodurilor și îmbinărilor în construcții la elementele prefabricate, este adevărat că angajază astăzi încă multiple discuții, deoarece, nu și-a găsit încă rezolvarea cea mai fericită, totuși, nu putem spune că proiectanții noștrii au epuizat toate posibilitățile.

Trecerea la mărci superioare de betoane pentru reducerea volumului de beton armat în construcții, de asemenea utilizarea armăturilor cu calități superioare care permit o tehnologie nouă de montaj mai rapidă și o reducere simțitoare a consumului de fier sînt absolut necesare de introdus.

Se pare că problema seismicității de la noi din țară ridică probleme destul de serioase pentru constructorii noștri, care fac să existe oarecari ezitări pentru introducerea pe scară cît mai largă a prefabricatelor. In această privință, trebuie neapărat să intirvină CSAC-ul pentru elaborarea unor normative de calcul și de asamblare a elementelor prefabricate, specifice țării noastre.

Utilizarea prefabricatelor trebuie să ducă neapărat la ieftinirea construcțiilor, la economii reale de material lemnos și altele, la scurtarea termenelor de execuție, precum și la reducerea consumului de manoperă.

In ceea ce privește calitatea prefabricatelor trebuie urmărită cu toată atenția, deoarece orice neglijență la executarea lor, modifică întrutotul elementele de rezistență ale construcției.

De asemenea, manipularea lor trebuie să fie făcută astfel încît să nu se ajungă la slăbirea rezistenței lor, care are aceleași consecințe grave ca mai sus.

Ceea ce este de relevat, că o serie de detalii ale elementelor de construcții nu se execută încă larg industrializat ca : armături, fie ca grinzi portante, fie ca armături celule de stații sau părți ale acestora.

De asemenea, în lucrările de momtaj trebuie făcute îmbunătățirii serioase în organizarea lucrului, astfel ca să se poată trece la executarea de montaje de blocuri cît mai mari de utilaje, pentru a ușura lucrările de montaj la fața locului.

Ritmul ce trebuie atins, este de a realiza montajul unui cazan de 230 t/h în maximum 5 — 6 luni, iar al unei turbine de 25 MW în maximum 4 — 5 luni.

Cu măsuri speciale încă de la fabrica constructoare, aceste termene pot fi reduse, așa cum s-a realizat în U.R.S.S. de exemplu, la 4,5 luni, pentru cazane de mare capacitate.

Deasemenea, la stații de transformare de 110 kV termenul nu trebuie să depășască 10 — 12 luni, iar la linii în general trebuie să se atingă un indice mediu de realizat de 0,8 — 1 km pe zi.

Acești timpi pot fi atinși dacă se merge de la început cu o astfel de organizare de șantier, și cu tehnologii cari pot asigura acest ritm.

c. — *In ceea ce privește organizarea științifică a muncii pe șantier, trebuie să se plece în primul rînd de la considerente economice, adică trebuie să se asigure o reducere a costului lucrărilor, a scurtării termenului de execuție, a creșterii simțitoare a productivității muncii, a utilizării maxime a capacității de producție formată pe șantier, precum și crearea unui flux tehnologic o dinamică maximă economică.*

In primul rînd, ceea ce trebuie spus în privința organizării lucrului pe șantier, este că atacarea lucrărilor nu a fost făcută astfel încît să se poată executa simultan o serie de lucrări eventual chiar cu aceleași utilaje. Un exemplu poate fi dat : concentrarea lucrărilor din gospodăriile subterane ale centralelor și stațiilor noastre, ar putea să permită executarea lor cu un randament bun.

De asemenea, executarea simultană cu a unor lucrări de montaj cu cele de construcții, ar putea să reducă simțitor din volumul de lucrări, de refaceri, care se fac astăzi după executarea montajului, precum și scurtarea simțitoare a termenului de predare a instalațiilor.

Organizarea eșalonării lucrărilor trebuie să fie astfel făcută, ca să asigure executarea tuturor lucrărilor de finisaj pe obiecte sau construcții, iar calitatea lor, trebuie să ducă neapărat la micșorarea cheltuielilor de întreținere.

Pe baza planului de perspectivă de execuție, lanțul tehnologic trebuie astfel alcătuit, încît să se permită executarea lucrărilor pe un front cît mai mare, așa fel să poată fi creat fluxul tehnologic. Ex. : executarea cu prioritate a lucrărilor subterane, cota 0 și apoi suprastructurile.

In practica întreprindelor noastre de construcții și montaj mai au loc încă multe încălcări ale tehnologiei de executare a lucrărilor, precum și unele abateri provocate de unele dificultăți momentane ivite, ceea ce arată lipsa de preocupări continue pentru introducerea unei tehnologii înaintate. Ex : se atacă lucrări cu mult înaintea celor prevăzute în proiectul de organizare al șantierului, se introduc unele utilaje cu întîrziere care uneori fac inoportună utilizarea lor, etc. Deci problema cea mai importantă pe care trebuie să o rezolve organizațiile noastre de construcții și montaj este introducerea și respectarea cu strictețe a unei discipline severe tehnologice iar în ceea ce privește executarea lucrărilor, în strictă conformitate cu proiectele de organizare de șantier.

Tinînd cont de perspectiva ce ne-o dă cel de al II-lea plan cincinal, precum și de sarcinile ce izvorăsc din documentele celui de al II-lea Congres al P.M.R., precum și de nivelul de dezvoltare a tehnicii noastre în construcții și montaj, se poate spune că sînt create toate premizele pentru a trece imediat la îmbunătățirea radicală a muncii în construcții.

Munca cea mai grea dar și cea mai necesară este aceea de a convinge pe toți cei ce duc activitate în sectoarele noastre de producție, că saltul calitativ necesar poate fi realizat dacă se unesc și se depun toate eforturile pentru a obține îmbunătățirea substanțială a indicilor de producție.

Conducătorii noștri de unități trebuie să fie conștienți că prin munca lor contribuie la construirea mai degrabă a socialismului în țara noastră, la ridicarea bunei stări a poporului muncitor.

Lucrările celei de a 16-a sesiuni a Conferinţei Internaţionale a Marilor Reţele Electrice (CIGRE) ţinută la Paris între 30 mai şi 9 iunie 1956

Conf. ing. CĂLIN MIHĂILEANU

I. Obiectul conferinţei

Intre 30.05.56 şi 11.06.56 a avut loc la Paris sesiunea a 16-a a CIGRE care se ţine din 2 în 2 ani în acest oraş în conformitate cu regulile ei tradiţionale de organizare. Conferinţa are ca scop prezentarea de rapoarte şi discuţii în legătură cu problemele tehnico-ştiinţifice ce intervin în proiectarea, construcţia şi exploatarea marilor sisteme energetice din lume, precum şi în construcţia echipamentului electro-energetic ce compune aceste sisteme.

CIGRE este o asociaţie fără scop lucrativ înfiinţată conform prevederilor legii franceze din 1 iulie 1901 şi care a fost creată în martie 1921.

După CEI (Comisiunea Electrotehnică Internaţională), ea este cea mai veche dintre organizaţiile electrotehnice internaţionale. Ea cuprinde peste 2000 membri permanenţi şi peste 2500 membri corespondenţi răspîndiţi în toate cele 5 continente.

CIGRE are 2 categorii de membri : membri individuali şi membri colectivi, care sînt fie societăţi cu caracter industrial sau comercial, fi mari instituţii de învăţămînt sau cercetări ştiinţifice, fie laboratoare, fie administraţii publice sau particulare, fie în fine organizaţii tehnice de stat.

Ea este deci o asociaţie de persoane (fizice sau juridice) şi nu o federaţie de ţări.

Membrii CIGRE se întîlnesc la fiecare 2 ani într-o Adunare Generală, care alege un Consiliu de Administraţie, care desemnează un Delegat General însărcinat să gireze în detaliu Asociaţia şi să organizeze sesiunile bianuale.

Aceste sesiuni au loc la fiecare 2 ani la Paris şi durează cca. 10 zile.

Intre sesiuni, continuitatea muncii este asigurată prin comitetele de studii care aprofundează chestiunile tehnico-ştiinţifice pe specialităţi restrînse. Iată lista acestor comitete :

1. Uleiuri izolante.
2. Cabluri de înaltă tensiune
2. bis. Cutii de cabluri
3. Intreruptori
4. Protecţie şi relee
5. Izolatori
6. Linii aeriene
7. Stîlpi şi fundaţii
8. Supratensiuni
9. Transport de energie prin curent alternativ la foarte înaltă tensiune
10. Transport de energie prin curent continuu la tensiuni foarte înalte
11. Perturbaţii telefonice şi radiofonice
12. Transformatori
13. Stabilitate şi reglajul sarcinii şi al frecvenţei
14. Telecomunicaţii prin înaltă frecvenţă
15. Coordonarea izolaţiei
16. Fenomene reactive şi deformante
17. Generatori
18. Condensatori

Comitetul nr. 16 a avut în trecut ca preşedinte pe Acad. Prof. C. I. Budeanu şi de cînd acesta nu a mai participat la lucrările Conferinţei, activitatea acestui Comitet a fost provizoriu suspendată, nealegîndu-se un alt preşedinte în locul său. Această funcţie urmează a fi reluată în viitorul apropiat de tov. Acad. Prof. C. I. Budeanu.

Spre a uşura legătura membrilor permanenţi ai CIGRE cu sediul central al Asociaţiei, s-au format în diferite ţări Comitete Naţionale CIGRE avînd ca sarcină că centralizeze participarea acestor membri la lucrările şi la sesiunile CIGRE, ceea ce facilitează într-o măsură foarte largă lucrările Secretariatului General de la Paris. In prezent există 34 Comitete Naţionale, printre altele, în U.R.S.S., Polonia Cehoslovacia, Ungaria, Jugoslavia, etc.

Ţara noastră a avut în trecut o participare activă şi foarte apreciată în cadrul acestui organism, existînd un Comitet Naţional romîn CIGRE, personalitatea de departe cea mai reprezentativă în el fiind Acad. Prof. C. I. Budeanu, care în perioada 1925—1945 a prezentat de la tribuna acestei conferinţe numeroase idei valoroase care au rămas în patrimoniul ştiinţei şi tehnicii electrotehnice universale. In ultimii 10 ani legăturile ţării noastre cu acest organism internaţional nu au existat şi anul acesta s-a hotărît pentru prima oară participarea la dezbaterile sesiunii a unei delegaţii a ASIT-ului din R.P.R. compusă din 4 persoane şi anume :

1. Prof. ing. T. Tănăsescu, membru corespondent al Academiei R.P.R. şi Vicepreşedinte al ASIT.

2. Conf. ing. Călin Mihăileanu, inginer şef al Direcţiei Generale Tehnice din MEEIE, Redactor responsabil adjunct al revistei Energetica.

3. Conf. ing. C-tin Apetrei, director adjunct al Inst. de Energetică al Academiei R.P.R.

4. Ing. V. Nitu, inginer şef al sectorului Termoproiect din ISPE al MEEIE.

Recent a luat fiinţă în ţara noastră, sub egida ASIT-ului, Comitetul Naţional Romîn pentru participarea la CIGRE avînd următoarea componenţă :

Preşedinte : Acad. Prof. ing. C. I. Budeanu
Vicepreşedinte : Prof. Dr. ing. I. S. Antoniu
Membrii : Prof. ing. M. Bercovici — membru corespondent al Academiei R.P.R., Preşed. Secţ. Electricitate ASIT.

Prof. ing. T. Tănăsescu — membru corespondent al Academiei R.P.R. — Dir. Adj. al Inst. Fizică al Academiei R.P.R
Prof. Dr. ing. A. Avramescu — membru corespondent al Academiei R.P.R.

Prof. C. A. Parteni — Rector al Inst. Politehnic Bucureşti.
Conf. ing. Emil Constantinescu — inginer şef al Inst, de Studii şi Proiectări Energetice.

Conf. ing C. Penescu — Electrician şef Adj. al ISPE.
Conf. ing. C. Apetrei — Dir. ştiinţific al Inst. de Energetică al Academiei R.P.R.

Ing. Paul Dimo — Electrician Şef al Inst. de Studii şi Proiectări Energetice.
Ing. Virgil Bunea — constructor şef al Fabr. Cl. Gottwald.

Ing. Nitu Vasile — şeful sectorului Termoproiect al Inst. de Studii şi Proiectări Energetice.
Ing. Potolea Eugen — candidat în ştiinţe tehnice.
Acad. Prof. ing. C. Mikloşi — Timişoara
Prof. Ing. Corlăţeanu — Inst. Politehnic Iaşi.
Secretar : Conf. ing. C. Mihăileanu — inginer şef al Dir. Generale Tehnice din Ministerul Energiei Electrice şi Ind. Electrotehnice.

II. Date organizatorice asupra celei de a 16-a sesiunii (1956)

La actuala sesiune au participat peste 1800 membri activi, provenind din circa 50 de ţări, în comparaţie cu 23 participanţi la sesiunea 1-a din 1921 ; 814 participanţi la sesiunea a 10-a din 1939 ; 877 participanţi la sesiunea a 11-a din 1946 şi 1529 participanţi la sesiunea din a 15-a din 1954.

Numărul de participanţi din diferite ţări a fost următorul :

Franţa	506	Marea Britanie	247
Germania	112	Grecia	6
Australia	10	Italia	78
Austria	15	Japonia	18
Belgia	132	Norvegia	16
Bulgaria	4	Olanda	52
Canada	15	Polonia	16
Cehoslovacia	4	Suedia	44
Danemarca	30	Elveţia	128
Egipt	7	Ungaria	4
Spania	46	Rominia	4
St. Unite ale Americii	33	U.R.S.S.	16
Finlanda	16	Iugoslavia	21

Un număr de 12 organizaţii internaţionale au fost reprezentate la sesiunea a 16-a şi anume :

1. Comisiunea Electrotehnică Internaţională (CEI)
2. Conferinţa Mondială a Energiei (WPC)
3. Camera de Comerţ Internaţională (CCI)
4. Organizaţia Internaţională de Standardizare (ISO)
5. Uniunea Internaţională a Producătorilor şi Distribuitorilor de energie electrică (UNIPEDE)
6. Organizaţia Naţiunilor Unite pentru Educaţie, Ştiinţă şi Cultură (UNESCO)
7. Uniunea Asociaţiilor tehnice internaţionale (UATI)
8. Organizaţia europeană de cooperare economică (OECE)
9. Biroul Internaţional de Electrotermie
10. Comisia Economică a Naţiunilor Unite pt. Europa (CEE).
11. Comitetul Consultativ internaţional pentru telefonie (CCIF)
12. Comisiunea Internaţională a Marilor Baraje.

Rapoartele prezentate la sesiune au fost împărţite în patru secţii :

Secţia 1-a : Producerea, transformarea şi întreruperea curentului,
împărţită în trei grupe :
— Alternatori (grupa 11)
— Transformatori (grupa 12)
— Intreruptori (grupa 13)

Secţia 2-a : Construcţia, izolaţia şi întreţinerea liniilor aeriene şi subterane,
împărţită în cinci grupe :
— Cabluri de înaltă tensiune (grupa 21)
— Stîlpi şi fundaţii de stîlpi (grupa 22)
— Linii aeriene şi vibraţii (grupele 23 şi 24)
— Izolatori (grupa 25)

Secţia 3-a : Exploatarea, protecţia şi interconectarea sistemelor energetice,
împărţită în două grupe :
— Protecţie şi relee (grupa 31)
— Stabilitatea sistemelor, reglajul sarcinii şi frecvenţei (grupa 32)

Secţia 4-a : Tensiuni foarte înalte
împărţită în patru grupe :
— Chestiuni generale. Transportul energiei la tensiuni mai mari ca 220 kV (grupele 40—42)
— Transport în curent continuu la tensiuni foarte înalte (grupa 43)

Numărul de rapoarte prezentate şi discutate la sesiunea a 16-a a fost de 118, repartizate după cum urmează :

Secţia 1-a	42
Secţia 2-a	31
Secţia 3-a	27
Secţia 4-a	18
Total :	118

Rapoartele se repartizează pe ţări în felul următor :

Marea Britanie	9	Chili	2
Germania	9	Finlanda	2
Franţa	8	Australia	2
St. Unite	8	Irlanda	2
Elveţia	7	Jugoslavia	2
Suedia	6	Danemarca	1
Italia	6	Spania	1
Japonia	5	Algeria	1
Belgia	5	Africa de Sud	1
U.R.S.S.	4		95
Canada	4		
Ungaria	2	Rapoarte mixte	
Norvegia	2	(autori din 2 ţări diferite)	4
Polonia	2	Rapoartele Comitetelor de Studiu	
Austria	2		19
Olanda	2	Total :	118

Rapoartele prezentate la sesiunea 1956 au mai putut fi primite doar pînă la 1 noembrie 1955 perioada de la 1 noembrie 1955 pînă la 1 aprilie 1956 fiind utilizată pentru triere, traducerea şi tipărirea rapoartelor.

Participanţii înscrişi la sesiune pînă la data de 1 aprilie (în această categorie intrînd peste 1500 persoane) au primit cu circa 6 săptămîni înainte de începerea sesiunii toate rapoartele pentru a lua cunoştinţă de ele şi a le putea studia pe acelea care îi interesau mai mult şi să fie astfel în măsură să participe în mod cît mai fructuos la discuţii.

Programul general al sesiunii a fost următorul :

30.05.56 Şedinţa de deschidere
31.05.56 Transformatori sau Linii aeriene
01.06.56 Curent continuu sau Izolatori
02.06.56 Alternatori sau Stîlpi
03.06.56 Vizite tehnice
04.06.56 Intreruptori
05.06.56 Stabilitate sau Cabluri
06.06.56 Adunare generală
07.06.56 Linii de foarte înaltă tensiune
08.06.56 Protecţie şi relee
09.06.56 Şedinţa de închidere

Şedinţele au fost organizate în felul următor :

Fiecare grupă de rapoarte a avut un preşedinte, un secretar şi un raportor special.

Preşedintele grupului prezida şedinţa sau şedinţele în care erau discutate rapoartele grupei respective. Acest preşedinte a fost în general aceeaşi persoană care este şi preşedintele Comitetului de Studii corespunzător grupei de rapoarte tratate, în felul acesta realizîndu-se o legătură strînsă între, lucrările Comitetelor de Studii şi sesiuni. Comitetele de Studiu au luat o parte de contribuţie din ce în ce sporită în organizarea sesiunilor şi preşedinţii acestora au căpătat un rol predominant în continuitatea lucrărilor CIGRE.

Preşedintele unei grupe era asistat de un raportor special a cărui menire era de a studia dinainte rapoartele grupei şi de a degaja din totalitatea rapoartelor problemele principale asupra cărora să fie canalizate discuţiile şi ordinea acestora.

Secretarul are sarcina de a lua toate notele utile pentru redactarea proceselor verbale ale şedinţelor secţiei sale şi de a stabili textul definitiv al stenogramelor.

In plus la fiecare şedinţă luau loc la tribună doi interpreţi asigurînd unul traducerea din franceză în engleză şi celălalt traducerea inversă în rezumat a luărilor de cuvînt la discuţii, după cum acestea fuseseră făcute în franceză sau engleză, cele 2 limbi oficiale ale conferinţei.

Aceşti interpreţi erau oameni de specialitate, ingineri de bună calificare.

In anul acesta pentru prima oară a fost experimentată o traducere simultană, cu toată dificultatea de a traduce pe moment subiecte cu un caracter special ca acele ale discuţiilor CIGRE. In sală erau disponibile căşti uşoare cu receptori radio cu transistori, care permiteau să fie ascultată eventual traducerea pe moment în cea de a doua limbă.

Acest sistem a dat rezultate foarte bune, şi s-a decis ca în viitor să se renunţe la traducerea ulterioară rezumativă, păstrîndu-se doar acest gen de traducere instantanee. Prin aceasta natural se măreşte eficienţa şedinţelor.

Dăm mai jos lista președinților și a raportorilor speciali ai fiecărei grupe de rapoarte :

Grupa 12 (Transformatori)
Președinte E. T. Norris (Marea Britanie)
Raportor special : Langlois-Berthelot (Franța)
Grupele 23—24 (Linii aeriene)
Președinte, Silva (Italia)
Raportor special, L. Maggi (Italia)
Grupa 43 (Curent continuu)
Președinte, Bo Rathsman (Suedia)
Raportor special, F. J. Lane (Marea Britanie)
Grupa 25 (Izolatori)
Președinte și Raportor special, G. A. Gillam (Marea Britanie)
Grupa 11 (Generatori)
Președinte, G. Belfils (Franța)
Raportor special, A. Wust (Belgia)
Grupa 22 (Stîlpi)
Președinte, I. Paschoud (Elveția)
Raportor special, D. Zetterholm (Suedia)
Grupa 13 (Intreruptori)
Președinte, H. Schiller (Elveția)
Raportor special, H. Puppikofer (Elveția)
Grupa 32 (Stabilitate)
Președinte, S. B. Crary (SUA)
Raportor special, R. Robert (Franța)
Grupa 21 (Cabluri de înaltă tensiune)
Președinte, M. Laborde (Franța)
Raportor special, L. G. Brazier (Marea Britanie)
Grupa 40—42 (Linii de foarte înaltă tensiune)
Președinte, H. I. Melvin (SUA)
Raportor special, Fr. Cahen (Franța)
Grupa 31 (Relee de protecție)
Președinte, A. Huskin (Belgia)
Raportor special, Kaufmann (Marea Britanie)

III. Comentarea rapoartelor prezentate și a discuțiilor purtate

Grupele de rapoarte : 11 Generatoare
12 Transformatoare
13 Intreruptoare
21 Cabluri de înaltă tensiune
25 Izolatoare
sînt prezentate în coloanele revistei „Electrotehnica" în timp ce grupele de rapoarte : 22 Stîlpi și fundații
23-24 Linii aeriene
31 Protecție prin relee
32 Stabilitate și reglaj
40-42 Linii de foarte înaltă tensiune și
43 Transport de energie în curent continuu de foarte înaltă tensiune
sînt reprezentate în coloanele revistei „Energetica".

Secția 1-a. *Producerea transportul și întreruperea curentului electric*

Această secție de rapoarte a avut trei grupe și anume :
Grupa 11 — Generatoare
Grupa 12 — Transformatoare
Grupa 13 — Intreruptoare

Secția 2-a. *Construcția, întreținerea și izolația liniilor.*

Această secție de rapoarte a avut 4 grupe și anume :
Grupa 21 — Cabluri de înaltă tensiune
Grupa 22 — Stîlpi și masive de fundații
Grupa 23-24 — Linii aeriene și vibrații
Grupa 25 — Izolatoare

Grupa 22.

Rapoartele prezentate în această grupă au fost următoarele :

201. *M. de la Fuente* (Spania) — Calculul stîlpilor metalici în funcție de „deschiderile-vînt" și de „deschiderile-greutate" care acționează asupra lor.

202. *C. Hurel* (Chili) — Stîlpi tubulari flexibili utilizați la o linie de transport de 154 kV în Chili.

210. *L. Baro, B. Magnusson* și *K. Ponny* (Finlanda) — Solicitări asupra unui stîlp după ruperea unui conductor.

212. *M. Dreier* (Elveția) — Incercări asupra stîlpilor la Erlinsbach.

217. *Hotte-Gimdre* (Algeria) — Adaptarea de traverse pivotante cu eclice deformabile la o linie de 150 kV.

219. *W. S. Peterson* și *W. A Hunsucker* (SUA) — Fundații de tipul stîlp de beton armat, pentru stîlpii liniilor de transport. Tehnica adaptată în S.U.A. pe coasta Pacificului.

223. *M. Bianchi și Castelbianco* (Italia) — Experiențele a cinci ani de muncă la stația de încercări de la Lecco (Italia).

230. *J. Paschoud* — Raportul asupra lucrărilor Comitetului de studii pentru stîlpi și fundații (nr. 7).

Raportul (230) descrie lucrările comitetului de Studii pentru stîlpi și fundații, care a ținut două ședințe între sesiuni, una la Paris și alta la Messina.

Aceste lucrări s-au axat în primul rînd asupra fundațiilor, preocupîndu-se din ce în ce mai mult de fundațiile separate tetrapode, în timp de în trecut fundațiile monobloc erau exclusiv în atenția comitetului.

In ședința de la Messina din 1955 s-au degajat în principal următoarele aspecte :

Teoriile stabilite pleacă adesea de la ipoteze făcute pe baze diferite. Ele nu consideră totdeauna în același timp aceleași aspecte. Coeficienții care intră în diferitele teorii au adesea semnificații diferite și valorile lor diferă. Comparația teoriilor și a rezultatelor lor este mult complicată de o lipsă de unitate în notații, în terminologie și în clasificarea terenurilor. Totodată această comparație arată că teoriile ajung la expresii de structură foarte asemănătoare, ceea ce conduce la ideea unei unificări. In acest scop s-a decis înființare a unei subcomisii pentru studiul fundațiilor avînd ca sarcină :

1. unificarea notațiilor și terminologiei ;
2. clasificarea solurilor ;
3. colectarea și sintetizarea critică a publicațiilor și a rezultatelor încercărilor ;
4. tragerea concluziilor și propunerea unei metodici de calcul.

In domeniul stîlpilor preocupările au fost relative la eforturile care acționează asupra stîlpilor la :

— suprasarcini datorită chiciurii și gheții ;
— efectul vîntului ;
— tracțiune unilaterală datorită conductorilor ;
— vibrații și cutremure de pămînt

Celelalte 7 rapoarte discutate pot fi grupate în următorul fel :

a) Rapoartele (210) și (217) tratează problema mult discutată a eforturilor la care poate fi supus în lungul liniei un stîlp, în scopul cunoașterii forțelor care acționează asupra lui în cazul ruperii unui conductor în diferite condiții cît și în privința coeficienților de siguranță ce trebuie aleși pentru a evita deteriorarea stîlpilor în astfel de cazuri. Cele două rapoarte sînt bazate pe încercări minuțioase executate pe linii construite și aduc o importantă contribuție în domeniul sus arătat.

O observație importantă este aceea că stîlpii sînt supuși la valoarea maximă a forței pentru un scurt interval de timp (circa 0,3 s) și că deci nu este sneceară dimensionarea stîlpilor la această valoare maximă, cu condiția de a avea un dispozitiv care să absoarbă energia, cum ar fi traversele pivotante.

b) Rapoartele (202), (212), (223) se ocupă de încercările la rezistență la care sînt supuși stîlpii. Raportul (202) descrie un portal tubular ușor asupra căruia au fost făcute încercări Raportul (212) descrie încercările făcute pînă la rupere de firma Motor-Columbus la Erlinsbach asupra a diferiți stîlpi trăgînd importante concluzii referitor la influența gradului de fixare al barelor și asupra rezistenței lor la flambaj. In fine raportul (223) comunică experiențele efectuate în stația de încercări de la Lecco posedînd un echipament bogat. Se degajă concluzia interesului crescînd pe care îl ridică încercările asupra stîlpilor și ca urmare faptului că numeroase stații permanente de încercări au fost construite : Lecco (Italia) ; Hereford (Marea Britanie) ; St. Quentin (Franța).

c) Raportul (201) arată relaţia între sarcinile pe deschidere relative la vînt şi sarcinile pe deschidere relative la greutate, cum şi modul în care pe baza acestei relaţii se pot stabili diagrame simple pentru dimensionarea diferitelor elemente ale stîlpilor. Rezultatele din acest raport vor sta la baza lucrărilor viitoare de normalizare a elementelor stîlpilor.

d) Raportul (219) tratează o problemă de fundaţii, propunînd o nouă metodă de implantare a acestora, bazată pe o tehnică nouă americană. Fundaţiile de tip stîlp de beton armat, s-au răspîndit pe scară largă de la 1945 încoace în regiunea coastei Pacificului din S.U.A. Aceste fundaţii au un diametru variind între 406 şi 915 mm. Ele sînt turnate pe loc fără cofraje, în gropi verticale forate cu ajutorul unei maşini montate pe un camion sau un tractor. Adîncimea gropii poate varia între 1,8 m şi 2,4 m pentru stîlpii uşori de aliment şi să ajungă la 6,1 m pentru stîlpii grei terminali plasaţi în soluri de mică rezistenţă. Avînd în vedere că motivele care au împins la adoptarea acestei metode în S.U.A. erau disponibilităţi de utilaje şi scumpirea mînii de lucru, s-a discutat valabilitatea justificării economice a acestei metode şi în condiţiile europene.

Grupa 23—24

Rapoartele prezentate în această grupă au fost :

206. *G. Dienne, A. Jacques* şi *G. H. Marchall* (Belgia) Acţiunea vîntului asupra conductelor liniilor aeriene.

211. *G. Daşsetto* (Elveţia) — Noi experienţe de exploatare cu conductori Aldrey.

213. *J. K. Qvigstad* şi *O. S. Johansen* (Norvegia) — Sarcini de chiciură pe conductorii liniilor aeriene de transport.

214. *G. Quilico* (Italia) — Asupra diametrului echivalent şi al gradientului electric de suprafaţă al conductoarelor jumelate.

216. *A. Salvi* (Italia) — Accesorii importante în construcţia liniilor de transport de înaltă tensiune.

218. *H. C. Harrison* şi *E.W. P. Bowling* (Australia) — Factori afectînd calculul mecanic al liniilor de transport de înaltă tensiune.

220. *H. Mors K. W. Baer* şi *M. Erich* (Germania) — Solicitarea conductorilor expuşi la vînt. Staţia experimentală de la Hornisgrinde.

221. *U. F. Crowley* (Canada) — Trecere în revistă a tendinţelor actuale în concepţia şi construcţia liniilor aeriene de transport de înaltă tensiune în Canada.

222. *B. Rathsman* şi *U. Sandstrom* (Suedia) — Principii fundamentale ale izolaţiei liniilor de transport de energie.

224. *L. Paris* (Italia) — Contribuţie la studiul derulării şi reglajului conductorilor în liniile de foarte înaltă tensiune.

225. *R. Masson, D. Lafont* şi *D. Fayoux* (Franţa) — Concepţii noi în proiectarea liniilor reţelei franceze de transport de energie.

228. *G. Silva* — Raport asupra lucrărilor Comitetului de Studii al Liniilor aeriene (nr. 6) cu următoarea anexă :

R. Poyart — Alegerea lanţurilor de izolatori, a înclinaţiei lor maxime şi a distanţelor minime la massă.

Aceste rapoarte pot fi grupate în felul următor :

a) Rapoartele (206) (218) (220) privind acţiunea vîntului asupra conductoarelor ;

b) Raportul (213) privind încărcarea cu chiciură a conductoarelor.

c) Rapoartele (221), (225) şi (228) privind izolaţia liniilor.

d) Rapoartele (224), (225) şi (228) privind montarea conductoarelor.

e) Rapoartele (211) (216) (221) şi (225) privind echipamentul mecanic al liniilor.

f) Raportul (214) privind diverse probleme.

*

a) *Acţiunea vîntului asupra conductoarelor*

Acţiunea vîntului este considerată în 3 locuri la proiectarea unei linii aeriene :

1. la determinarea tracţiunii în conductori.

2. la determinarea rezultantei presiunii vîntului asupra conductoarelor, la care trebuie să reziste stîlpul ;

3. asupra profilului stîlpului, din punct de vedere al izolaţiei.

In privinţa celui de al doilea punct, rapoartele (208), (218) şi (220) comunică rezultatele încercărilor efectuate în ultimul timp. Aceste încercări au fost efectuate în ideea că la liniile aeriene cu deschideri mai mari de 100 m, rezultanta reală a sarcinii dată de vînt asupra conductoarelor, rezultantă la care stîlpul trebuie să reziste, este mult inferioară în realitate, faţă de cea calculată în conformitate cu normele şi prescripţiile naţionale. Intr-adevăr este puţin probabil ca vîntul să aibă o viteză uniformă foarte mare pe un front de cîteva sute de metri.

Faţă de această situaţie unica posibilitate este aceea de a se efectua un mare număr de încercări practice. Rezultatele acestor încercări au fost discutate pe următoarele teme :

— Analiza metodelor de măsurare adoptate, în scopul de a ne asigura că nu introduc erori care să falsifice rezultatele şi în scopul de a găsi o metodă care să normalizeze viitoare încercări.

— Căutarea unei metode practice şi ieftine pentru efectuarea de încercări pe liniile existente, avînd în vedere că numai pe baza rezultatelor obţinute în cele cîteva staţii de încercări existente va fi greu de stabilit norme noi valabile în condiţii foarte diferite.

Coeficienţii de siguranţă avuţi în vedere pentru stîlpi sînt mai mici decît la alte genuri de construcţii metalice ceea ce desigur este şi ea urmare a severităţii ipotezelor adoptate pentru determinarea forţelor ce acţionează asupra stîlpilor. Rămîne de văzut dacă prin îndulcirea acestor ipoteze nu ar trebui eventual măriţi coeficienţii de siguranţă.

b) *Incărcarea cu chiciură a conductoarelor.*

Raportul (213) descrie cele 3 staţii de chiciură construite în Norvegia şi rezultatele observaţiilor efectuate pe perioada 1952—1955. S-au întîlnit încărcări extrem de mari (75 kg/m la care este imposibil de evitat ruperea conductoarelor, densitatea gheţii nedepăşind 0,6. Liniile aşezate perpendicular pe direcţia vînturilor dominante sînt supuse unor depuneri mult mai mari ca liniile orientate paralel cu această direcţi. Cea mai mare viteză de depunere a chiciurii întîlnite pe liniile experimentale a fost de 400 g/m şi h. Anumite indicaţii arată totuşi că această viteză poate atinge şi valori mai ridicate cuprinse între 500 şi 1 000 g/m şi h.

In discuţii s-au atacat următoarele probleme :

— Consecinţele desechilibrului de încărcare cu chiciură la conductoare jumelate.

— Analiza posibilităţii combaterii formării chiciurii.

c) *Izolaţia liniilor aeriene*

Izolaţia liniilor constituie un element esenţial pentru proiectarea stîlpilor. Acest subiect este pe larg tratat în raportul (222) care descrie propunerile de norme suedeze în materie, arătînd şi izolaţia suplimentară ce se obţine prin lemnul stîlpilor şi al traverselor cît şi în anexa la raportul comitetului de studii (228) şi incidental în rapoartele (221) şi (225).

Raportul (221) arată că proiectarea şi construcţia liniilor aeriene de transport în înaltă tensiune sînt în curs de modificare în Canada, suferind revizuiri substanţiale menite să aducă economii importante fără o reducere inadmisibilă a siguranţei de exploatare. Aceste modificări sînt bazate pe experienţa de exploatare cîştigată în trecut combinată cu cercetări şi studii făcute pe instalaţii experimentale.

Raportul (225) scoate în evidenţă concluziile studiilor şi rezultatele încercărilor întreprinse de Electricité de France care au condus la realizarea unui nou tip de stîlp denumit de tip „pisică", mult mai economic, cu conductori de secţiune mare fără reacţie de torsiune, cu un cîmp electric foarte slab în inima de oţel a conductorului. Acest nou tip de stîlp a fost utilizat la linia de 275 km lungime Pratclaux — Marmagne de 225 kV dată în exploatare în anul 1955. Comparaţia acestei linii cu o linie mai veche, construită cu stîlpi de tip „pînză" dă cu tot sporul de secţiune al liniei noi (592 mm² Ol—Al faţă de 411 mm² Ol—Al) următoarele rezultate).

	Linia	
	veche	nouă
Volum de fundaţii m³/km	30	18
Volum de betoane m³/km	10	7,85
greutatea stîlpului t	16,6	11,3

d) *Montarea conductoarelor*

Raportul (224) expune studiile şi încercările efectuate în Italia de Nord pentru punerea la punct a unui utilaj pentru

derularea mecanică a conductoarelor. Un utilaj analog a fost realizat în Franţa şi un altul mai complicat şi ingenios pentru derularea conductoarelor la traversarea strîmtorii Messina.

Prima parte a raportului examinează în special scripeţii de derulare şi dispozitivele de frînare a tamburilor de cablu, insistînd asupra uzurii conductoarelor la trecerea lor peste scripeţi.

Cea de a doua parte tratează despre reglarea întinderii conductorilor (punerea la săgeată) arătînd o metodă interesantă, în special pentru regiuni muntoase.

e) *Echipamentul mecanic al liniilor*

Raportul (211) expune utilizarea din ce în ce mai largă a conductoarelor de Aldrey (Al-Mg-Si) pentru liniile aeriene în regiuni muntoase unde sînt de aşteptat încărcări excepţionale de zăpadă. Eventual se utilizează conductoare din oţel — Aldrey.

Raportul (221) preconizează o întoarcere la conductoare de aluminiu pur, care se ştie că este casant la vibraţii. Totuşi tehnica din Canada este favorabilă acestei soluţii în ultima vreme.

Raportul (216) descrie perfecţionări în realizarea echipamentului de compresiune pentru înădirea şi ancorarea conductoarelor mono şi bimetalice în aluminiu şi aliajele sale. Se insistă în particular asupra problemelor de această natură rezolvate cu ocazia construcţiei liniei de 300 kV cu conductori Ol-Al de 2 000 mm² în Columbia Britanică pe porţiunea de 16 km a pasului Kildala.

De asemenea se dau caracteristicile constructive ale unui nou tip de antretoază cu inel flexibil pentru liniile electrice cu conductoare jumelate.

f) *Diverse*

Raportul (214) determină valorile exacte a ceea ce se numeşte diametrul echivalent şi gradienţi electrici superficiali, noţiuni ce intervin la conductoare jumelate.

Secţia 3-a. Exploatarea, interconexiunea şi protecţia reţelelor

Această secţie de rapoarte a avut două grupe şi anume :
Grupa 31 Protecţie şi relee
Grupa 32 Stabilitate şi reglajul puterii şi frecvenţei.
Grupa 31
Rapoartele prezentate în grupa 31 au fost următoarele :

303. *N. Renchon* şi *G. Daumerie* (Belgia) — Imaginea termică a liniilor aeriene.

304. *A. Huskin, B. Mean* şi *G. Dienne* (Belgia) Protecţia selectivă a staţiilor de servicii interne, reanclanşarea lor automată şi cea a liniilor de înaltă tensiune, arborescente.

307. *W. Casson* şi *P. P. Cunning* (Marea Britanie) — Metode şi canale pentru telereglaj şi teleprotecţie întrebuinţate în sistemul energetic naţional britanic.

311. *W. P. Leech* şi *S. Tinney* (Irlanda) — Ameliorarea calităţii protecţiei contra punerilor la pămînt într-o reţea de 110 kV cu bobină de stingere Petersen.

315. *G. P. Falton* (S.U.A.) Relee electronice de protecţia liniilor de înaltă tensiune funcţionînd cu unde centimetrice.

319. *A. Huskin* şi *R. Normand* — Raportul activităţii comitetului de Studii asupra protecţiei prin relee (nr. 4).

320. *A. Huskin* — Raportul activităţii grupului de studii asupra proiecţiei prin relee, cu următoarele anexe.

C. Iancke A. Malme şi *S. Smedtfeld* — Probleme referitoare la protecţia prin relee in legătură cu utilizarea condensatorilor serie în liniile aeriene.

A. R. Van. C. Warrington — Privire generală asupra metodelor de montare a releelor de protecţie şi diverse dispoziţive pentru încercarea şi întreţinerea lor.

C. Minter şi *M. Kaufman* — Legarea la pămînt a punctului neutru al generatorilor.

Ch. Dietsch F. Henrett, Petard, Baccy, Roche, Deloux, Favez şi Robert — Deschiderea buclelor în sistem în cazul funcţionării în asincron.

T. W. Stringfield, A. W. Adams, R. F. Stevens şi *A. Huskin* Localizarea defectelor în liniile de transport.

323. *V. M. Yermolenko* şi *S. Ya. Petrov* (U.R.S.S.) Efectul întrebuinţării de condensatori serie asupra comportării protecţiei.

140. *L. Cabanes* şi *Ch. Dietsch* (Franţa) Exploatarea reţelelor de transport şi distribuţie de energie electrică cu ajutorul staţiilor de conexiune cu cîte un singur întreruptor legat în derivaţie pentru fiecare secţie de bare, în locul staţiilor clasice cu mai mulţi întreruptori montaţi în serie pe fiecare plecare.

1. *Raportul (319) al Comitetului de Studii (nr. 4) pentru Protecţie Rprin elee*

In intervalul de doi ani dintre sesiunea a 15-a (1954) şi a 16-a (1956) Comitetul de studii pentru protecţie şi relee a ţinut trei reuniuni în cadrul cărora s-a dezbătut în special problema întocmirii unor statistici internaţionale pentru funcţionarea instalaţiilor protecţiei. S-a constatat că propunerea ce fusese făcută în raportul 326 la sesiunea din 1950 nu a dat satisfacţie fiind greoaie. S-a căzut de acord ca statisticile să fie prezentate într-o formă cît mai simplă, descrierea tipului de protecţie fiind făcută sumar şi întovărăşită de un comentariu asupra funcţionărilor incorecte. Sub. această formă provizorie au fost prezentate statisticile asupra funcţionării protecţiei pe anii 1953 şi 1954 de către 6 ţări şi anume Italia, Olanda, Franţa, Belgia, Elveţia şi Anglia Statistica are ca scop compararea în diferite ţări ale diferselor tipuri de protecţie care sînt caracterizate printr-un coeficient de calitate a funcţionării protecţiei. Acest coeficient se calculează în felul următor :

Pentru un anumit tip de protecţie într-o reţea dată, se calculează numărul de funcţionări intempestive ca diferenţă între numărul de funcţionări constatate şi numărul de funcţionări corecte. De asemenea se calculează numărul de nefuncţionări (refuzuri) ca diferenţa între numărul de funcţionări necesare şi numărul de funcţionări corecte. Se face apoi suma funcţionărilor intempestive şi a nefuncţionărilor, care dă numărul de funcţionări incorecte. Se analizează apoi numărul de funcţionări incorecte, defalcîndu-l în cele care nu se datoresc instalaţiei de protecţie propriu zise (de exemplu cele datorite legăturilor prin fir pilot sau înaltă frecvenţă) şi cele care se datoresc instalaţiei de protecţie, acestea din urmă fiind categorisite mai departe în cele datorite reglajului incorect, montării incorecte, construcţiei neadecvate, întreţinerii defectuoase şi în fine altor cauze nedeterminate.

Coeficientul de calitate al funcţionării protecţiei este valoarea fracţiei ce are la numărător numărul de funcţionări corecte şi la numitor aceiaşi cifră sporită cu numărul de funcţionări incorecte datorite unor cauze bine determinate, datorite instalaţiei de protecţie însăşi.

Rezultatele statisticilor sînt foarte instructive şi se pot compara rezultatele. Elveţia reiese a avea cei mai buni coeficienţi de calitate a funcţionării protecţiei (de ordinul 0,997 în medie). In ţara noastră o astfel de satistică nu se urmăreşte. Ar fi interesant de aplicat şi în ţara noastră spre a se putea trage concluzii în această privinţă.

2. *Raportul (320) al grupului de Studii al Comitetului de studii pentru Protecţia prin Relee.*

In vara anului 1955a avut loc la Berna o sesiune a unui grup de studii pentru probleme de protecţie prin relee. Chestiunile studiate cu această ocazie, rezumatul discuţiilor şi concluziile acestora au fost prezentate în raportul nr. 320 la sesiunea 16 CIGRE.

La ordinea de zi a sesiunii grupului de studii au fost 5 probleme ce au fost dezbătute de 50 congresişti, aparţinînd la 10 naţiuni diferite.

O primă problemă a fost aceea a *efectelor montării de condensatori serie în liniile aeriene asupra funcţionări protecţiei.* Se ştiu cauzele pentru care se montează condensatori serie în linii : mărirea stabilităţii reţelelor de transport la mare distanţă, modificarea repartiţiei sarcinii între circuite în paralel, compensare de fază şi reglarea tensiunii. Gradul de compensare adică raportul între reactanţa capacitivă a condensatorilor şi reactanţa inductivă a liniei necompensate trebuie să fie mai mic de 100 % (de ordinul a 30—60 %) în reţelele de transport la mare distanţă. Dimpotrivă în

rețelele de distribuție de medie tensiune, reactanța capacitivă poate să prevaleze și se merge la grade de compensare de 200—300 %.

Echipamentul pentru protecția condensatorilor însăși este relativ simplu și există diferite soluții acceptabile care sînt întrebuințate. In schimb, apar anumite dificultăți în privința protecției liniilor în care sînt montați condensatorii, din cauză că de obicei condensatorii sînt prevăzuți cu eclatori de protecție, care șuntează instalația cînd curentul liniei care străbate deci și condensatorul, crește peste o anumită limită, în cazul de scurtcircuit în rețea.

Pentru protecțiile de distanță acești eclatori reprezintă o posibilitate de modificare a impedanței măsurate de releu, ceea ce face ca releul să lucreze în condiții false.

Un alt fenomen neplăcut are loc în rețelele de distribuție de medie tensiune (20—30 kV), în care conform cu experiența, suedeză de exploatare, apar oscilații sub-armonice. Mijlocul de combatere îl constituie relee sensibile la armonice inferioare care scurtcircuitează temporar condensatorii serie.

Un punct viu discutat a fost acela de a ști dacă elementele condensatorilor trebuie protejate cu fuzibile sau nu, In Suedia se prevăd fuzibile, în timp ce în Marea Britanie nu sînt considerate necesare.

Protecția prin relee a instalațiilor importante de condensatori se poate face sau la potențialul pămîntului prin transformatori de curent izolați pentru plina tensiune a rețelei; fie pusă la potențialul de fază și trimițînd comanda prin tije izolante, prin uleiu sub presiune, celule fotoelectrice sau curenți de înaltă frecvență.

O altă problemă importantă pusă în discuție a fost aceea a *montării, încercării și întreținerii instalațiilor de relee de protecție*, din punct de vedere al tendințelor moderne ce se manifestă în această direcție.

Montarea releelor se face în general pe panouri speciale, dispuse în spatele tablourilor cu aparate de măsură și comandă. Tendința modernă este spre montaj incastrat și standardizarea dimensiunilor elementelor de panou.

O realizare americană dispune releele nu pe panouri ci pe așa zisele „racks", adică un sistem de bare paralele care pot fi deplasate în sens vertical spre a le adapta la dimensiunea releelor.

In legătură cu cutia releelor firmele americane și britanice merg spre standardizarea a două dimensiuni; adîncimea și lățimea releului, lungimea lui fiind variabilă. Multe firme constructoare europene pun totul într-o singură cutie spre a simplifica conexiunile în exterior, în felul acesta releul este însă mai dificil de manipulat.

Montajul incastrat face controlul în interiorul releului mai dificil. Această dificultate a condus la introducerea tipului de conexiune cu fișă la releu, ceea ce ușurează enorm schimbarea între ele a acestor relee pentru a fi verificate.

Incercările ce se efectuează asupra releelor se pot împărți în 3 categorii:

a) încercări de recepție în momentul montării releului

b) încercări periodice pentru a veridica etalonarea releului.

c) încercări mai dese, simple, pentru a provoca mișcarea organelor mobile ale releului.

a) Incercările de recepție se efectuează foarte detaliat, verificîndu-se cu atenție toate caracteristicile. In S.U.A. cînd o întreprindere de electricitate încearcă pentru prima dată un nou tip de releu de protecție, se crează în mod artificial defecte efective în circuitul primar; la liniile aeriene se amorsează arce prin intermediul unui fir metalic fin, care este proiectat peste linie cu o săgeată trasă dintr-un arc. La releele diferențiale pentru protecția transformatorilor se verifică insensibilitatea protecției la curentul de mers în gol al transformatorului punîndu-se de 10 ori transformatorul sub tensiune în ideia de a cădea peste un punct în care curentul este maxim.

b) Incercările periodice pentru verificarea catacteristicei de etalonare se fac odată sau cel mult de două ori pe an, și în afară de aceasta în cazurile de funcționare incorectă.

c) Incercările frecvente și simple constituie un obiect discutat și unde părerile sînt împărțite. Aceste încercări au de scop verificarea bunei stări de funcționare a releului. In legătură cu aceasta este de remarcat că în timp ce unele firme utilizează uleiul pentru ungere și se preocupă ca uleiul să nu se lipească de ax, altele (firme americane în special) evită utilizarea de lubrefianți, ceea ce pare a fi linia modernă.

Pentru a evita ca releul să fie înțepenit atunci cînd el trebuie să funcționeze, un număr larg de specialiști preconizează încercarea funcționării releului, la intervale de timp ce variază între o zi și o lună.

Protecția contra funcționării intempestive a releelor de distanță în cazul lipsei de tensiune alternativă la releu se face de obicei cu un mic automat care întrerupe concomitent circuitul de curent continuu.

In releele ultra-rapide americane acest sistem nu este practicabil și se întrebuințează fuzibile mari (de 60 A) care nu se ard la contacte pasagere.

In privința redresorilor la relee de distanță opinia generală este că în prezent redresorii cu seleniu nu dau supărări așa cum se întîmpla în trecut.

A treia problemă discutată la conferința de la Berna a fost aceea a *punerii la pămînt a neutrului la generatoarele de curent alternativ*. Raportul respectiv a prezentat punctul de vedere al tehnicienilor englezi în această problemă, ocupîndu-se în special de generatoarele funcționînd în schemă bloc cu transformatorul ridicător. In Marea Britanie se utilizau înainte în anul 1951 în special două metode pentru punerea la pămînt a neutrului la generatoarele funcționînd în schemă bloc cu transformatorul ridicător.

— punerea la pămînt printr-o rezistență de mică valoare

— punerea la pămînt prin înfășurarea primară a unui transformator de tensiune.

In timp ce prima metodă a avut o răspîndire mică, cea de a doua s-a bucurat de mare trecere, deoarece se presupunea că prezența transformatorului de tensiune evită grave avarii în stator limitînd practic la zero curentul în caz de defect și permițînd chiar funcționarea pentru scurt timp cu mașina avariată pînă ce poate fi scoasă din paralel.

Cu toate acestea, în ultimii ani, care au urmat naționalizării s-au produs cîteva avarii deosebit de grave prin apariția unei a doua puneri la pămînt pe altă fază îndată ce avea loc prima punere la pămînt. Se propune în consecință reconsiderarea problemei și refacerea în viitor a punerii la pămînt printr-o rezistență chimică de valoare potrivită.

Din discuții a reeșit că ambele metode pot fi folosite cu condiția de a limita curentul de defect la valoarea de 10 A.

Pentru generatoare mari este esențial ca în caz de defect să fie scos din funcțiune instantaneu generatorul spre a se evita deteriorarea lui gravă prin puneri la massă multiple, aceasta indiferent de felul de protecție adoptat.

Cea de a patra problemă luată în discuție pe bază de raport prezentat de Electricité de France a fost aceea a *funcționării sistemelor energetice în caz de pierdere a sincronismului*. Raportul este foarte metodic și cu o prezentare deosebit de clară. Se expun mai întîi cauzele pierderii sincronismului și se descriu evoluția cîtorva noțiuni de bază caracteristice în timpul mersului în asincron al sistemului, cum sînt: tensiunea, curentul, impedanța aparentă (văzută de releu), frecvența, puterea. Unele variază ciclic în timp, altele în spațiu, altele și în timp și în spațiu. In continuare se enumeră repercusiunile negative ale pierderii sincronismului, declanșarea intempestivă a întreruptoarelor; căderea totală a sistemului; refacerea cu greutate a legăturilor și chiar avarii posibile la generatoare sau întreruptoare.

Pentru a reduce sau a suprima inconvenientele pierderii sincronismului sînt posibile o serie de soluții:

— dispozitive permițînd restabilirea rapidă a echilibrului între cuplurile active și rezistente;

— dispozitive de separare în rețea pentru a se evita raportarea de puteri care să suprăncarce liniile;

— declanșarea generatoarelor și descărcarea consumatorilor.

Soluțiile care se adoptă pentru realizarea practică a dispozitivelor de separare voită a sistemului în caz de pierderea sincronismului sînt:

— dispozitive bazate pe variația impedanței;

— dispozitive bazate pe variația tensiunii

In Franța, Electricitè de France a studiat foarte minuțios pe microrețeaua Direcției de Studii și Cercetări următoarele aspecte legate de sistemul energetic național al Franței;

— determinarea amplasamentului celui mai favorabil în rețea pentru releele de separare.

— verificarea comportării releelor de separare în condiţii variabile de sarcină, la oscilaţii pendulare de putere şi la pierderea sincronismului.

In discuţii au fost cerute observaţii şi comunicări din partea delegaţilor celorlalte state participante asupra amploarei şi importanţei fenomenelor de pendulare în ţările respective şi mijloacele de protecţie întrebuinţate contra acestora. Din discuţii s-a degajat concluzia că, spre deosebire de Franţa, în majoritatea celorlalte ţări, pierderea sincronismului este un fenomen ce se întîmplă foarte rar şi care nu ridică probleme dificile.

Totuşi în unele ţări cu reţele întinse şi în care generatoare (de obicei din centrale hidroelectrice) sînt îndepărtate de centrele de consum (Franţa, Norvegia, anumite regiuni din S.U.A.), acest subiect trebuie tratat cu multă atenţie şi a condus la aplicarea de măsuri corespunzătoare (relee de separare, relee de descărcare). Interesul problemei constă nu atît în numărul de cazuri în care se pierde sincronismul, cît în importanţa repercusiunilor pe care aceste perturbaţii le provoacă în sistemul energetic. In reţelele în care astfel de perturbaţii sînt posibile şi contra cărora exploatarea consideră necesar să se protejeze, soluţiile de adoptat sînt următoarele:

— Echiparea tuturor dispozitivelor de protecţie sensibile la pendulaţii cu element de blocare contra acestora, care să funcţioneze în mod corespunzător.

— Prevederea deliberată în prealabil a unei separări voite a sistemului în părţi distincte prin relee de separare al căror amplasament trebuie determinat prin studii de stabilitate dinamică şi a căror punere sau scoatere din funcţiune (legată de regimul de exploatare) să fie sub dependenţa dispecerului.

— Organizarea unei descărcări de sarcină pe tranşe pentru a permite părţilor de sistem izolate să se menţină singure;

— De la caz la caz, să se prevadă sincronizatoare automate care să restabilească interconexiunea întregului sistem în momentul în care condiţiile pentru această operaţie sînt satisfăcute.

In fine, ultima chestiune dezbătută, a fost aceea *a tehnicii localizării defectelor în liniile de înaltă tensiune.*

In cazul defectelor permanente localizarea rapidă a locului defectului este deosebit de importantă pentru a reduce durata întreruperii, în special în condiţii dificile (noapte, iarnă etc).

Dar chiar şi în cazul defectelor trecătoare este important să se localizeze defectul deoarece în numeroase cazuri au loc străpungeri, la izolatori sau conductori care trebuie reparate spre a evita repetarea defectelor sau transformarea lor în defecte permanente.

Tipurile de aparataj utilizate pentru localizarea defectelor sînt următoarele, în afara controlului făcut cu piciorul, cu automobilul, cu avionul sau recent cu helicopterul.

I. Aparataje servind numai la localizarea defectelor permanente:

A) Radar

B) Punte de măsură

C) Unde staţionare

II. Aparataje servind atît pentru localizarea defectelor permanente cît şi a celor trecătoare;

1. Metode utilizînd măsurarea curentului sau (şi) a tensiunii.

a) Oscilograf automat (osciloperturbograf)

b) Ampermetru cu indicator de maxim

c) Alte dispozitive de măsurare.

2. Metode bazate pe timpul de propagare al unei unde de şoc.

I. A. Radarul este utilizat cu succes la linii aeriene în special în America de Nord. O undă artificială este trimisă pe linie, se reflectă la locul defectului şi se măsoară direct pe tubul catodic al osciloscopului timpul scurs. Metoda pare a nu putea fi utilizată cu succes la cabluri subterane din cauza cutiilor de joncţiune care reprezintă puncte singulare.

I. B. Puntea de măsură se utilizează în special în cazul cablurilor dînd rezultate exacte, atunci cînt defectul este suficient de accentuat.

I. C. Metoda constă în trimiterea unor unde staţionare de frecvenţă variabilă. Metoda este foarte puţin întrebuinţată.

II. 1. Metoda se bazează pe măsurarea la extremităţile liniei, în momentul defectului, a curentului şi tensiunii din neutrul transformatoarelor sau a unora din componentele simetrice ale acestora combinată cu întrebuinţarea unor abace confecţionate gata dinainte în scopul localizării rapide şi destul de precise de către un personal slab calificat.

Această metodă necesită aparate de măsură special studiate cu demaraj automat retroactiv în caz de defect permanent sau trecător şi care redau imediat după aceasta valorile măsurate. Astfel de dispozitive sînt astăzi bine puse la punct, fie că este vorba de oscilop rturbografe sau de aparate cu indicator de maxim. Aceste metode sînt larg răspîndite în reţelele britanice şi franceze.

II. 2. Această metodă, utilizată în cazul cablurilor, în special în Franţa, Marea Britanie şi Belgia constă în a descărca la locul defectului la intervale regulate de timp un condensator încărcat la o tensiune potrivită. Zgomotul descărcării este detectat pe teren şi defectul se găseşte în locul unde sgomotul este maxim.

Capacitatea condensatoarelor utilizate variază de la 1 la 4 microfarazi, tensiunile nepăşind 25 la 33 kV.

Detecţia se face cu mijloace mecanice, electrice sau electronice. Sistemele mecanice sînt simple şi dau în general rezultate bune. De obicei, pentru a limita timpul de căutare, locul defectului se determină, fie aproximativ, mai întîi cu o metodă clasică.

(Continuarea în numărul următor)

Folosirea hidrogenului pentru răcirea turbogeneratoarelor

II

Ing. CORNELIU BURDUCEA

3. Construcția turbogeneratoarelor răcite cu hidrogen

Construcția rotorului și statorului turbogeneratoarelor răcite cu hidrogen este aceeași ca în cazul răcirii cu aer. Ca și la răcirea cu aer, hidrogenul transportă, căldura de la înfășurări și de la fier, și o cedează apei în răcitoare, revenind apoi răcit în circuit. Este de observat însă, că hidrogenul nu trebuie să vină în contact cu aerul, respectiv cantitatea de hidrogen din circuit nu trebuie să aibă pierderi prin scăpări. Din această cauză, etanșarea rotorului turbogeneratorului față de carcasa statorului se face cu deosebită grijă, întrebuințîndu-se dispozitivele cele mai perfecționate.

In scopul evitării pierderilor de hidrogen din circuit, întreg turbogeneratorul, inclusiv răcitoarele de hidrogen, se introduc într-o carcasă metalică, construită special pentru a suporta în bune condiții, presiunea interioară de circa 11 ata care poate apărea în cazul exploziei eventualului amestec de aer și hidrogen.

Suprafețele de îmbinare ale carcasei se etanșează cu cauciuc, deoarece hidrogenul fiind sub presiune și avînd viscozitate dinamică mică, scapă ușor chiar prin spații foarte înguste. Materialul carcasei turbogeneratorului nu trebuie să aibă porozități iar sudurile trebuie executate cu cea mai mare grijă.

Cu toate aceste măsuri se produce totuși o mică pierdere de hidrogen din circuit, care trebuie compensată corespunzător.

Statorul turbogeneratorului se introduce într-un schelet metalic rezistent, capabil să suporte solicitările mecanice la care sînt supuse înfășurările datorită curenților de scurtcircuit. Statorul consolidat cu acest schelet metalic se introduce în carcasa metalică etanșă pentru hidrogen. Scheletul statorului se consolidează corespunzător cu carcasa.

Răcitoarele de hidrogen se montează în interiorul carcasei fie vertical, perpendicular pe ax, fie orizontal, paralel cu axul turbogeneratorului.

Așezarea orizontală paralelă cu axul turbogeneratorului este avantajoasă deoarece permite utilizarea uniformă a suprafeței de răcire, conduce la pierderi de ventilație mai mici și micșorează dimensiunile principale ale carcasei, ceea ce este foarte important pentru transportul acestei carcase.

Pentru a evita pătrunderea apei în stator, în cazul ruperii unei țevi de a răcitoarele de hidrogen, statorul este prevăzut cu jaluzele metalice lîngă răcitoare, care dirijează apa într-un colector inferior de unde este evacuată. Acest colector este prevăzut cu un plutitor pentru semnalizare. După traversarea răcitoarelor, hidrogenul răcit este colectat în mijlocul carcasei în spațiul deasupra statorului de unde el trece axial spre ventilatoare, care îl refulează din nou în mașină.

Hidrogenul se introduce în carcasa metalică printr-o conductă așezată în partea superioară a carcasei. O conductă asemănătoare pentru bioxidul de carbon de spălare, pătrunde în carcasa metalică prin punctul cel mai de jos al acesteia.

Pentru răcirea cît mai uniformă a statorului, se întrebuințează și la statoarele răcite cu hidrogen sistemul de ventilație cu secționare transversală.

Rotorul turbogeneratorului este prevăzut cu canale de ventilație, la unele construcții fiind așezate sub crestătură, comunicînd cu intrefierul prin deschizături așezate la anumite intervale.

Rotorul este prevăzut cu două ventilatoare axiale. El este așezat pe două lagăre unse cu ulei. Intre ventilator și lagăr este montat în jurul rotorului dispozitivul de etanșare de diferite construcții.

Excitatricea se răcește separat cu aer trecut prin răcitoare de aer. Excitatricea este introdusă și ea într-o carcasă demontabilă, — prevăzută și cu iluminat interior, pentru a putea fi supravegheat colectorul.

Presiunea la care este ținut hidrogenul diferă de la construcție la construcție. In majoritatea cazurilor, această presiune din interiorul carcasei este de 0,035 pînă la 1 atmosferă suprapresiune. Există turbogeneratoare la care pentru supraîncărcare reactivă temporară se ridică presiunea hidrogenului pînă la 2 atmosfere suprapresiune.

Dispozitivele pentru etanșarea rotorului față de carcasă sînt construite corepunzător diferenței de presiune dintre hidrogen și mediul ambiant turbogeneratorului (presiunea atmosferică). Modul lor de construcție, precum și temperatura uleiului care trece prin aceste etanșări, influențează direct mărimea pierderilor prin frecare care se produc între axul rotorului și aceste dispozitive.

Etanșarea se face la toate dispozitivele cu ajutorul uleiului. In consecință, circulația uleiului trebuie asigurată permanent, deoarece în caz contrar etanșarea se încălzește brusc și hidrogenul se aprinde în acest punct producînd deteriorări. De obicei se montează la fiecare turbogenerator pompe de ulei de rezervă, sau chiar

se face o conductă de legătură de siguranţă între sistemul de ulei de ungere şi sistemul de ulei pentru etanşare.

Dispozitivele de etanşare se pot împărţi în două categorii după cum diferenţa de presiune

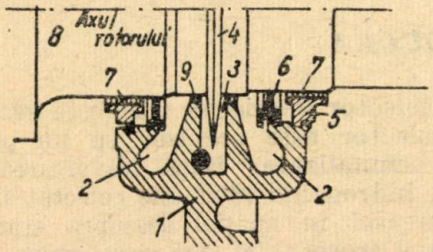


Fig. 6. Dispozitiv de etanşare pentru diferenţe de presiuni mici :

1 — carcasa dispozitivului de etanşare; *2* — camera colectoare de ulei; *3* — camera de presiune; *4* — disc de etanşare; *5* — carcasa labirintului; *6* — labirint pentru ulei; *7* — labirint; *8* — axul rotorului *9* — labirint.

pe care trebuie s-o etanşeze este mai mică de 50—100 mm col H_2O, sau mai mare de 350—20 000 mm col. H_2O.

Dispozitivul corespunzător primei categori este cel din fig. 6 cu inel de ulei. Pentru etanşare se creează un inel de ulei sub presiune în camera *3* cu ajutorul discului *4*. Uleiul este trimis sub presiune în camera *3* cu ajutorul unei pompe. De aici, uleiul trece prin labirinţii *9* în camerile colectoare *2* şi de aici este evacuat.

In cazul opririi accidentale a pompei de ulei, dispozitivul de etanşare nu se distruge, deoarece frecarea în ulei este foarte mică, acesta se încălzeşte încet şi permite oprirea maşinii (deoarece inelul de ulei de etanşare continuă să existe).

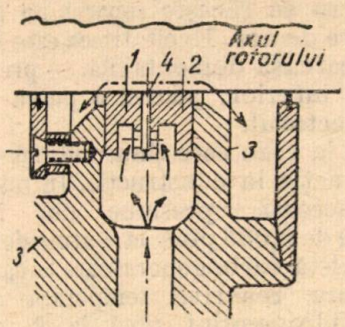


Fig. 7. Dispozitiv de etanşare pentru diferenţe de presiuni mari :

1 — inel de etanşare; *2* — inel de etanşare; *3* — suporţii inelelor de etanşare; *4* — spaţiu în formă de disc pentru trecerea uleiului.

Dispozitivele de etanşare corespunzătoare diferenţei de presiuni mai ridicate sînt reprezentate în fig. 7 şi 8.

Dispozitivul de etanşare din fig. 7 constă din două inele de etanşare montate în doi suporţi care sînt prevăzuţi şi cu labirinţi pentru ulei. Uleiul pătrunde prin camera centrală la o presiune de 1,3—1,5 ata şi ajungînd la ax trece atît spre partea cu hidrogen, cît şi spre mediul ambiant. Bineînţeles că debitul de ulei ce trece spre partea cu hidrogen este corespunzător diferenţei de presiune, mai mic decît debitul ce trece spre mediul ambiant. Acest lucru este avantajos pentru evacuarea căldurii produse prin frecare în dispozitivul de etanşare, spre mediul ambiant şi nu spre hidrogen. Interstiţiul inelelor de etanşare faţă de ax este cuprins între 0,04 şi 0,18 mm.

La dispozitivul de etanşare din fig. 8, uleiul este refulat prin canalul *2* în buzunarul *3* al presei de lagăr *1*. De aici, uleiul trece spre spaţiul cu hidrogen şi spre mediul ambiant. Raportul debitelor spre hidrogen şi spre mediul ambiant este de circa 1/50. Prin învîrtirea axului se formează un film de ulei pe piesa de lagăr, care împiedică cu desăvîrşire scurgerea hidrogenului spre mediul ambiant. Interstiţiul *4* se reglează cu ajutorul unor resoarte, putînd astfel modifica şi debitul de ulei spre mediul ambiant.

Uleiul ca element de etanşare absoarbe hidrogenul şi aerul (cu care vine în contact) pînă la limita de saturaţie. Fenomenul este accentuat în cazul cînd uleiul vine în contact pe suprafeţe mai mari cu cele două fluide. Cantitatea de hidrogen, sau aer absorbită de ulei, se măreşte cu mărirea presiunii gazului şi cu creşterea temperaturii uleiului. Este necesar ca uleiul de etanşare să fie curăţat în special de aer, pentru că altfel se produce murdărirea hidrogenului cu aer ducînd cu timpul la formarea amestecului explosiv. Mijloacele de curăţire a uleiului de etanşare de hidrogen şi de aer se bazează în special pe instalaţii cu vid, în care cele două fluide părăsesc uleiul şi sînt colectate,

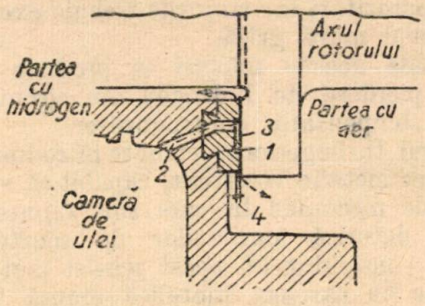


Fig. 8. Dispozitiv de etanşare pentru diferenţe de presiune mari :

1 — piese de lagăr; *2* — canal pentru trecerea uleiului *3* — spaţiu în formă de buzunar în piesa de lagăr; *4* — interstiţiu pentru trecerea uleiului.

sau pe injectarea hidrogenului la presiune apropiată de presiunea atmosferică în camera de aer din faţa inelului de etanşare. Dacă în această cameră se realizează un ametec de 80% în volume de hidrogen, faţă de amestecul total, atunci influenţa aerului devine neglijabilă. Din această cameră hidrogenul trece în mediul ambiant prin labirinţi şi fiind în cantitate foarte mică nu este periculos.

La alte construcţii nu se face tratarea uleiului de etanşare, deoarece se realizează debite

foarte mici de ulei ce trece spre partea cu hidrogen, respectiv cantitatea de aer conținută în acest ulei este neglijabilă. In orice caz, la toate instalațiile pierderile de hidrogen se compensează permanent.

Instalația de ulei pentru etanșarea rotorului turbogeneratorului se montează la cota condensatorului turbinei.

4. Exploatarea turbogeneratoarelor răcite cu hidrogen

Exploatarea turbonegeratoarelor răcite cu hidrogen impune existența anumitor dispozitive de măsură și control, fără de care nu se poate garanta siguranța de funcționare a mașinii.

Pentru circuitul hidrogenului se prevăd dispozitive de măsură, care să permită să se supravegheze: puritatea hidrogenului; presiunea hidrogenului în carcasă; temperaturile hidrogenului (rece și cald) și debitul hidrogenului în circuit.

Puritatea hidrogenului se supraveghează cu analizatoare de gaze, analoage analizatoarelor întrebuințate la cazane'e de abur. De asemenea se măsoară diferența de presiune ce se creează la răcitorul de hidrogen, care depinde de greutatea specifică a gazului, care crește în cazul pătrunderii aerului în hidrogen.

Pentru instalația de etanșare cu ulei sînt necesare dispozitive de măsură care să permită să se măsoare: presiunea uleiului refulat la etanșări; diferența între presiunea uleiului și presiunea hidrogenului din carcasă; temperaturile uleiului de etanșare înainte și după etanșări.

Pentru menținerea unor mărimi între anumite valori se întrebuințează dispozitive de reglare pentru presiunea hidrogenului în carcasă.

(Aceste dispozitive sînt ventile de reducere automată montate pe conducta dintre buteliile cu hidrogen și carcasa turboalternatorului) și pentru nivelul uleiului în rezervoare.

Pentru a sezisa diferitele abateri, personanalului de serviciu, i se montează o instalație centrală de semnalizare de accidente care acționează în cazul cînd se produce: scăderea purității hidrogenului; scăderea presiunii hidrogenului; scăderea diferenței de presiune între ulei și hidrogen; umiditatea în carcasă; nivelul necorespunzător în rezervoarele de ulei; temperatura prea ridicată a hidrogenului în răcitoare; temperatua prea ridicată a etanșării cu ulei; scăpări de hidrogen.

In fig. 9 este reprezentată instalația de hidrogen și tabloul central de comandă. După cum se vede instalația este prevăzută și cu butelii de CO_2, care servesc ca element de spălare a interiorului carcasei de hidrogen sau de aer, pentru a evita contactul între ele și posibilitatea formării amestecului explosiv.

Inainte de a introduce hidrogen într-un turbogenerator, se introduce bioxidul de carbon printr-o conductă care intră în carcasă prin punctul cel mai de jos. Umplerea cu bioxid de carbon este terminată cînt acest gaz apare în punctul cel mai de sus al carcasei, cu puritatea de 100%. Umplerea cu hidrogen se face printr-o conductă care intră în carcasă prin

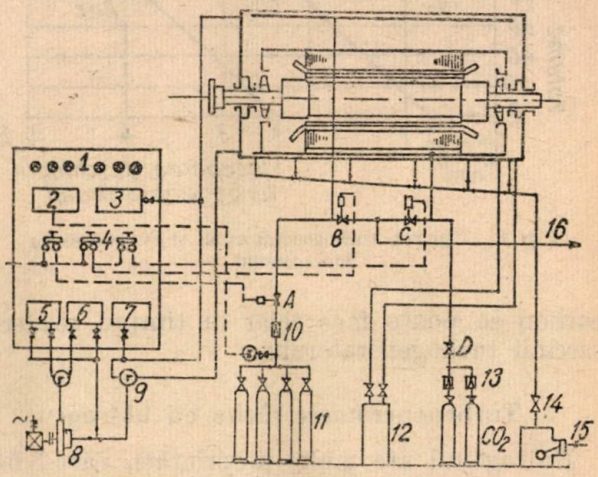


Fig. 9. Schema instalației de hidrogen:

1 — semnalizare; *2* — presiunea în buteliile de hitrogen; *3* — presiunea în carcasă; *4* — comanda supapelor *A,B,C.*; *5* — puritatea bioxidul de carbon; *6* — puritatea hidrogenului; *7* — analizator de hidrogen; *8* — ventilatorul densimetrului; *9* — robinet cu două căi; *10* — reductor de presiune; *11* — butelii cu hidrogen; *12* — separator de apă (din hidrogen); *13* — reductor de presiune; *14* — colector de apă; *15* — semnalizarea nivelului apei; *16* — conductă de evacuare în atmosferă.

punctul cel mai de sus al ei. Umplerea cu hidrogen se poate considera terminată cînd se ajunge la presiunea normală și puritatea hidrogenului este de 98%, măsurată în punctu cel mai de jos al carcasei. In timpul umplerii cu hidrogen bioxidul de carbon este evacuat prin partea inferioară a carcasei.

Schimbarea bioxidului de carbon se poate face și în timpul pornirii, însă în orice caz pînă se ajunge la încărcarea nominală a turbogeneratorului trebuie să fie terminată și umplerea cu hidrogen.

La rîndul lui, bioxidul de carbon este spălat din turbogenerator cu aer, în repaos turbogeneratorul avînd de obicei aer în carcasă.

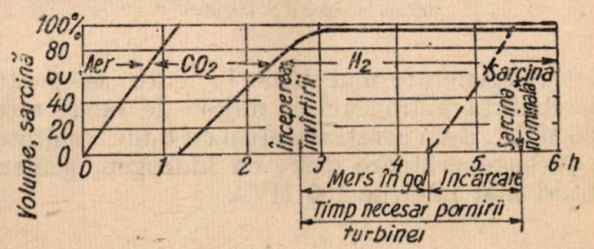


Fig. 10. Pornirea turbogeneratorului și umplerea cu hidrogen

In fig. 10 este reprezentată operația de introducere a hidrogenului în circuit în timpul pornirii mașinii. Se poate introduce bioxidul de carbon și în timpul mersului în gol, iar introducerea hidrogenului să se facă în timpul încărcării turbogeneratorului.

Scoaterea hidrogenului din turbogenerator este reprezentată în fig. 11.

Şi în acest caz introducerea bioxidului de

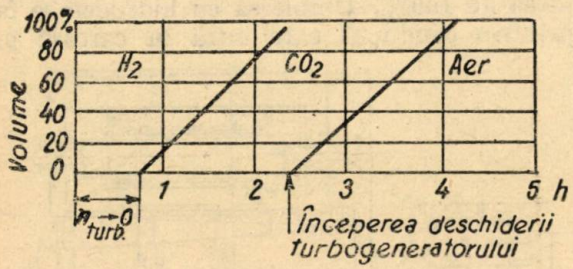


Fig. 11. Oprirea turbogeneratorului şi evacuarea cu hidrogenului

carbon se poate face chiar în timpul scăderii sarcinii turbogeneratorului.

5. Turbogeneratoare răcite cu hidrogen

Hidrogenul are multe proprietăţi, care-l fac corespunzător r ci ii turbogeneratoarelor. El este folosit în toate cazurile în care puterea maşi ii depăşeşte 100 MVA, putere considerată limită pentru răcirea cu aer. Puterea maximă

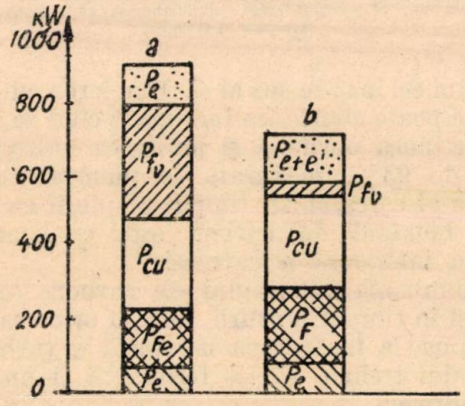


Fig. 12. Pierderile unor turbogeneratoare:

a — turbogenerator 32 MW răciri cu aer; *b* — turbogenerator 35 MW răciri cu hidrogen; P_e —pierderi pentru excitaţie; P_{Fe}—pierderile în fier; P_{Cu} –pierderile în cupru; P_{f_v} — Pierdrile prin frec r şi ventilaţie; P_f — pierderile prin frecare în lagăre; P_{f+e} — pierderile p in frecare în lagăre şi în etanşări.

a turbogeneratorului pînă la care se poate întrebuinţa hidrogenul ca mijloc de răcire este 300 MVA. S-au construit totuşi cu bune rezultate şi turbogeneratoare răcite cu hidrogen, pentru puteri mai mici de 100 MVA.

In fig. 12 sînt reprezentate pierderile unui turbogenerator de 32 MW răcit cu aer şi ale unui turbogenerator de 35 MW răcit cu hidrogen.

Din fig 12 rezultă că pierderile în turbogeneratorul răcit cu hidrogen sînt cu circa 20% mai mici decît în turbogeneratorul răcit cu aer. Se observă de asemenea că pierderile prin frecări şi ventilaţie sînt de circa 12 ori mai mici în cazul hidrogenului. In schimb, cresc întrucîtva pierderile prin frecări în lagăre, deoarece se mai adaogă în cazul hidrogenului pierderile prin frecări în dispozitivele de etanşare.

In fig. 13 este reprezentată variaţia randamentului unui turbogenerator de 50 MVA în cazul răcirii cu aer şi în cazul răcirii cu hidrogen.

La un torb generator de : 00 MW, pierderile prin frecare şi ventilaţie sînt de 1 195 kW în cazul cînd maşina ar fi răcită cu aer şi de 140 kW în cazul răcirii cu hidrogen.

Pentru compararea încălzirii rotorului şi statorului răcite cu hidroge , faţă de cazul întrebuinţării aerului se dau în tabela 2 rezultatele experimetărilor la un număr de turbogeneratoare.

Fabrica cehoslovacă CKD a încercat un turbogenerator de 62,5 MVA, 11 kV, 3 280 A, cos

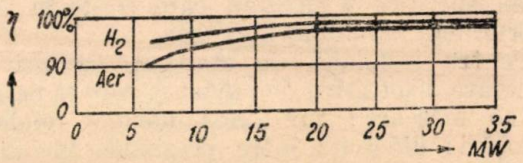


Fig. 13. Variaţia randamentului unui turbogenerator de 50 MVA în funcţie de sarcină.

$\varphi = 0{,}8$ 50 per/s, 3000 rot/min. Rezultatele se referă la mersul în gol (col 1) la mersul în scurtcircuit (col 2) la mersul în compensator sincron (ol 3) şi mersul în sarcină (col 4).

Polj k*) citează d t le experimentale ale unui turbogenerator, indicate în tabela 2, col 5.

Fabrica VEM din RDG a încercat un compensator sincron de 30 MVAr, 3 600 rot/min (6) şi două t rb generatoare de 50 MW, 3 600 rot/min (col 7 şi 8).

Fabrica GEC din S.U.A. a încercat un turbogenerator de 25 MVA, 3 600 rot/min (9) şi un turbogenerator de 35 MW (col 10).

*) *Electricestvo*, nr. 1/1950.

Tabela 2

Scăderea încălzirii turbogeneratoarelor răcite cu hidrogen

	CKD				Poljak	VEM				GE	MW
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Stator	20—30	36	<38	—	—	21	20	28,5	34	10	45
Rotor	40	41,5	>38	>28,5	26,5	39	38,5	43	37,5	36	45

Fabrica MW din Anglia a încercat un turbogenerator de 75 MVA (col 11) .

In U.R.S.S., fabrica Elektrosila a construit un tip de turbogenerator de 25 MW, 3 000 rot/min răcit cu hidrogen precum şi tipul de turbogenerator de 100 MW, 3 000 rot/min. Turbogeneratorul de 150 MW este proiectat tot cu răcire cu hidrogen.

Din cele arătate mai sus rezultă că unui turbogenerator răcit cu hidrogen în loc de aer, i se poate ridica sarcina cu aproximativ 25—30%.

De aici rezultă că pentru aceiaşi sarcină, un turbogenerator răcit cu hidrogen are dimensiuni corespunzătoare mai mici decît în cazul cînd ar fi răcit cu aer. In afară de acest mare avantaj, turbogeneratorul răcit cu hidrogen poate fi uşor supraîncărcat. Dacă se măreşte presiunea hidrogenului de la 0,035 atü la 1 atü, puterea aparentă a turbogeneratorului în aceleaşi condiţii de temperatură se poate mări cu circa 20%. Bine înţeles că, dacă turbogeneratorul este deja la puterea nominală înainte de a se supraîncărca, se va cerceta dacă transformatoru bloc poate suporta această sarcină suplimentară.

In ultima vreme se experimentează turbogeneratoare cu răcire cu hidrogen, avînd conductoarele înfăşurărilor goale, prin canalul central al conductorului irculînd hidrogenul sub presiunea de 2 atü. Canalele în conductoare sînt fie centrale, fie aşezate la periferia conductorului.

Acest mod de răcire este mult mai activ decît în cazul construcţiilor obişnuite de turbogeneratoare răcite cu hidrogen, conducînd la dimensiuni mai reduse. El dă posibilitatea de a se mări şi mai mult puterea turboalternatoarelor.

Totuşi, mijloacele de răcire cu uleiul şi apa rămîn să hotărască puterea unitară a turbogeneratoarelor, ele avînd capacitatea de transport a căldurii mult mai mare decît a aerului şi a hidrogenului, după cum se vede de altfel în tabela 3.

Tabela 3

Capacitatea de transport

Mijlocul de răcire	Viteza m/s	Capacitatea de transport W/°C
Aer	30	3,3
Hidrogen (0 atü)	40	4,3
Hidrogen (2 atü)	40	13
Ulei	2	360
Apă	2	840

6. Concluzii

Din cele arătate pînă aici, rezultă că turbogeneratoarele răcite cu hidrogen sînt la fel de sigure în exploatare ca şi cele răcite cu aer.

In afară de ace sta ele au o serie de avantaje printre care, dimensiuni mai mici la aceeaşi putere, posibilităţi uşoare de supraîncărcare, randament mărit ca urmare a micşorării pierderilor prin frecări şi ventilaţie, micşorarea efectului efluviilor în atmosfera de hidrogen, conservarea perfectă a izolaţiei înfăşurărilor, evitarea incendiilor în interiorul maşinii, avantaje care de la puteri de circa 25 MVA în sus le fac net mai economice decît turbogeneratoarele răcite cu aer.

Bibliografie

[1] *Комар Е. Г.*: Турбогенераторы с водородным охлаждением ГЭИ 1948.
[2] *Alexeev A. E.*: Construcţia maşinilor electrice (traducere din limba rusă), Editura Tehnică, 1951.
[3] *Gheorghiu I. S.*: Curs de maşini electrice — predat la Institutul Politehnic, Bucureşti.
[4] *Provaznic F. şi Kabrua E.*: Turbo-alternateur réfroid à l'hydrogen, L'insdustrie lourde tchecoslovague, nr. 5/1955.
[5] *Diedrich Havrus*: Uber direkte Laiterkchlung bei elektrichen Maschinen, AEG Miteilungen, nr. 5, 6/1954.
[6] *Modlinger R.*: Anlagen mit Wasserstoffgekühlten Turbogeneratoren. Elektrotechnische Zeitschrift, Heft nr. 14, 16/1954.
[7] *Allmann R.*: Die Diechtölanlage der Wassestoffgekühlten 50 MW Generator, Energ.technik, nr. 3/1956.

★

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОДА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

Резюме

Рассматривается вопрос охлаждения турбогенераторов, причем указываются преимущества применения водорода в сравнении с другими флюидами.

Описывается способ охлаждения водородом, а также особенности эксплуатации соответствующих установок.

★

WASSERSTOFFKÜHLUNG VON TURBOGENERATOREN

Der Aufsatz analysiert die Frage der Kühlung der Turbogeneratoren, wobei die Vorteile der Verwendung von Wasserstoff gegenüber anderen Kuhlungsmitteln hervorgehoben werden. Ferner wird die Ausführungsart der Wasserstoffkühlung sowie die speziellen Betriebsbedingungen dieser Anlagen beschrieben.

Determinarea consumului anual de combustibil al centralelor termoelectrice cu condensaţie, cu diferiţi parametrii şi puteri unitare, în diferite ipoteze de funcţionare

Ing. MIRCEA VOINEA

Articolul pune la îndemîna unităţilor de exploatare din centralele termoelectrice şi sisteme energetice o metodă grafică simplă pentru determinarea consumului anual de combustibil, care ţine seama de regimul de funcţionare la diverse sarcini în cursul unui an *).

Lucrarea urmăreşte stabilirea consumurilor anuale de combustibil pentru centrale cu diferiţi parametrii ai aburului viu şi cu diferite puteri unitare a grupurilor turbogeneratoare şi a cazanelor; gama parametrilor aleşi se limitează la cei care sînt mai întîlniţi în centralele existente sau în construcţie la noi în ţară. Gama presiunilor este 35, 40, 59, 100 ata şi temperaturile respective de 400, 450, 480 şi 510°C.

1. Metoda de determinare a consumului anual de combustibil al centralelor în diferite ipoteze de funcţionare

Determinarea consumului de combustibil al unei centrale nu trebuie să fie cunoscut numai pentru funcţionarea la sarcină optimă ci pe cît posibil pentru întregul interval în care poate fi pusă să funcţioneze.

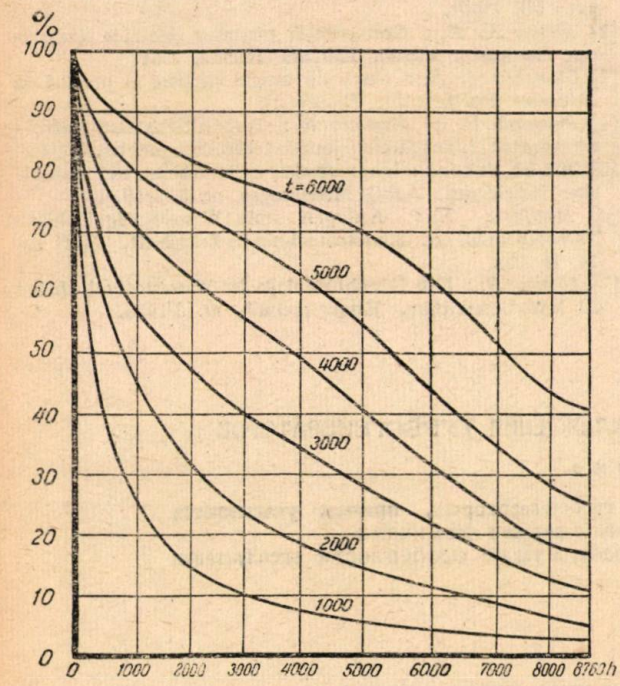


Fig. 1. Curbe clasate anuale, procentuale, de putere electrică.

*) Lucrare întocmită în cadrul *Instit. de Studii şi Proiectări Energetice* (ISPE) sub îndrumarea conf. ing. I. D. Stăncescu.

Întrucît în lucrare se examinează consumul anual de combustibil, se va analiza regimul de funcţionare la diverse sarcini în cursul întregului an.

Pentru a se prinde efectul în timp al variaţiei sarcinii, cît şi al duratei respective, în calcule s-a folosit curba clasată anuală a puterii electrice.

Deoarece situaţiile sînt mult diferite în funcţie de durata de utilizare a puterii maxime, s-au luat în considerare patru situaţii caracteristice redate prin curbe clasate anuale procentuale pentru d_e = 6 000, 5 000, 4 000 şi 3 000 h/an [1]. Aceste curbe sînt redate în fig. 1.

Curbele clasate procentuale folosite sînt rezultate din multe date de exploatare a centralelor termoelectrice. Ca suprafaţă ele reprezintă energia care poate fi produsă prin utilizarea puterii maxime a unei centrale la diverse durate de utilizare.

Determinarea consumului anual de combustibil s-a făcut prin folosirea caracteristicilor termice ale grupurilor turbogeneratoare, şi a cazanelor respective.

Modul de întocmire a caracteristicilor termice a mai fost redat cu altă ocazie într-un număr al acestei reviste [2] astfel încît nu se va mai insista asupra lui.

Grupurile turbogeneratoare pentru care s-au determinat caracteristicile, au parametrii şi puterea indicate în tabela 1.

Unităţile de cazane pentru care s-au determinat caracteristicile termice au parametrii şi debitul indicate în tabela 2.

Tabela 1

Nr. grupului		1	2	3	4	5	6
Puterea	MW	3	6	12	20	25	50
Presiunea	ata	32	35	35	56	90	90
Temperatura	°C	380	435	435	460	500	500

Tabela 2

Nr. cazanului		1	2	3	4	5	6
Debit de abur	t/h	20	35	75	100	170	230
Presiunea	ata	35	40	40	59	100	100
Temperatura	°C	400	450	450	480	510	510

Se menționează că la determinarea caracteristicilor cazanelor nu s-a ținut seama de consumul serviciilor interne pe partea electrică. Aceasta, avantajează cazanele care funcționează cu cărbune față de cele cu gaze și explică și mica diferențiere care există între caracteristica termică a aceluiași cazan funcționînd cu cărbune sau gaze.

Metoda utilizată pentru determinarea consumului de combustibil anual este aceiași pentru toate agregatele ce constituie obiectul acestei lucrări. Pentru reamintirea ei, în cele ce urmează se dă un exemplu de modul de construcție a unei curbe clasate anuale a consumului de combustibil convențional.

Exemplul se dă pentru un grup de 50 MW, 90 ata, 500°C și este redat în fig. 7.

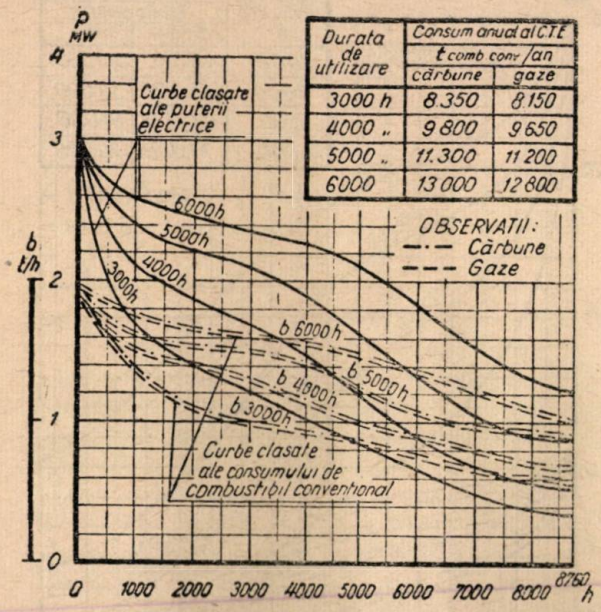
În cadranul întîi, avînd în ordonată puterea P în MW și în abscisă durata de utilizare anuală (d_e) în ore, s-au construit curbele clasate anuale ale puterii electrice necesară a fi produsă la următoarele durate de utilizare a puterii maxime: 6 000, 5 000, 4 000, și 3 000 ore. Aceste curbe clasate de putere au fost obținute din curbele clasate procentuale, fig. 1, prin înmulțirea puterii maxime de 50 MW cu 100%, iar celelalte puteri cu procentele corespunzătoare la diverse durat de utilizare între 0 și 8 760 ore.

În cadranul doi, avînd în ordonată puterea P în MW iar în abscisă debitul de abur D în t/h al CTE s-a construit caracteristica grupului turbogenerator de 50 MW.

Tot în cadranul doi, avînd în ordonată consumul orar de combustibil convențional al CTE b în t/h, iar în abscisă debitul de abur D în t/h al CTE, s-a construit caracteristica termică a cazanului funcționînd pe cărbune și gaze.

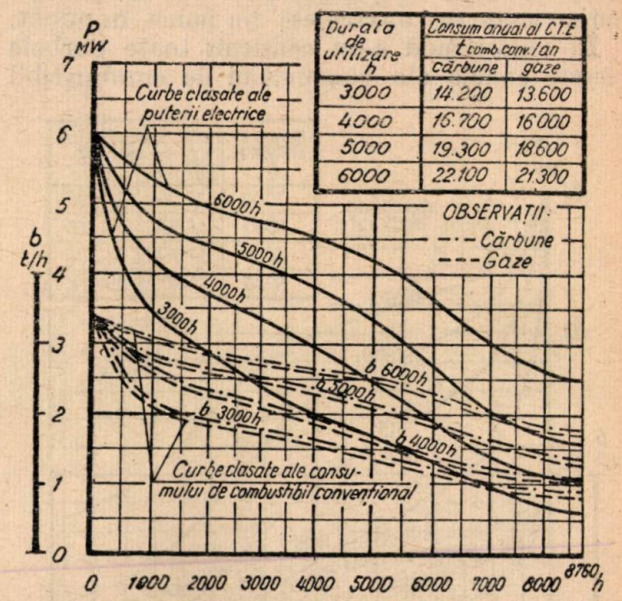
În cadranul trei, avînd în ordonată durata de utilizare anuală d_e în ore și în abscisă debitul de abur D în t/h al CTE s-au construit curbele clasate anuale ale consumului de abur corespunzătoare pentru diverse valori ale lui d_e = 6 000, 5 000, 4 000 și 3 000 ore a puterii maxime.

În cadranul întîi, avînd în ordonată consumul orar de combustibil convențional al CTE b



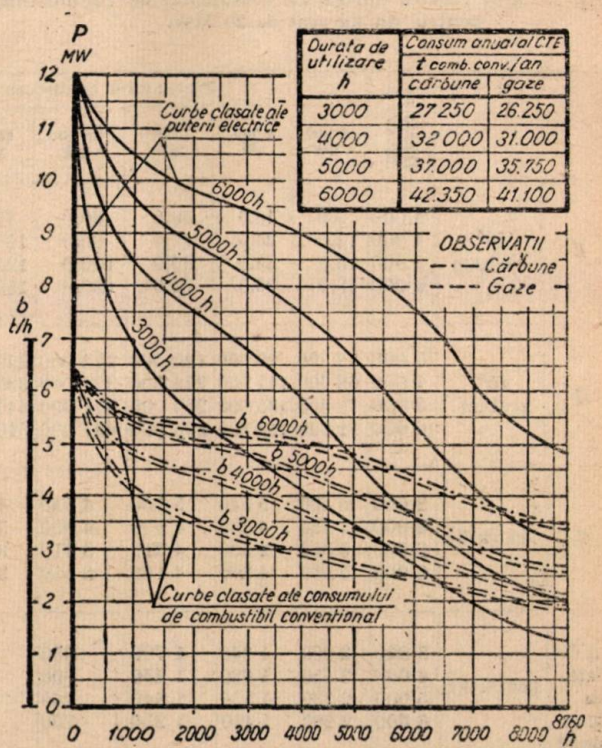
Durata de utilizare	Consum anual al CTE t comb. conv./an	
	cărbune	gaze
3000 h	8.350	8.150
4000 „	9.800	9.650
5000 „	11.300	11.200
6000	13.000	12.800

Fig. 2. Curbe clasate anuale ale consumului de combustibil pentru un agregat de 3 MW.



Durata de utilizare h	Consum anual al CTE t comb. conv./an	
	cărbune	gaze
3000	14.200	13.600
4000	16.700	16.000
5000	19.300	18.600
6000	22.100	21.300

Fig. 3. Curbe clasate anuale ale consumului de combustibil pentru un agregat de 6 MW.

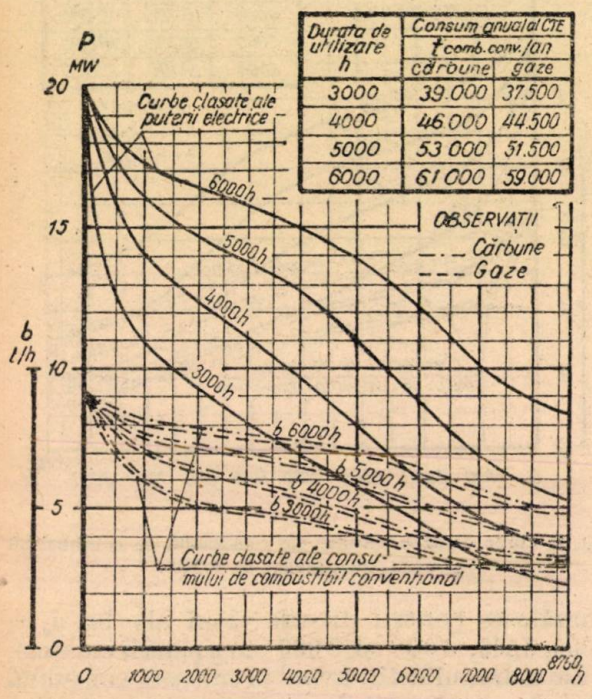


Durata de utilizare h	Consum anual al CTE t comb. conv./an	
	cărbune	gaze
3000	27.250	26.250
4000	32.000	31.000
5000	37.000	35.750
6000	42.350	41.100

Fig. 4. Curbe clasate anuale ale consumului de combustibil pentru un agregat de 12 MW.

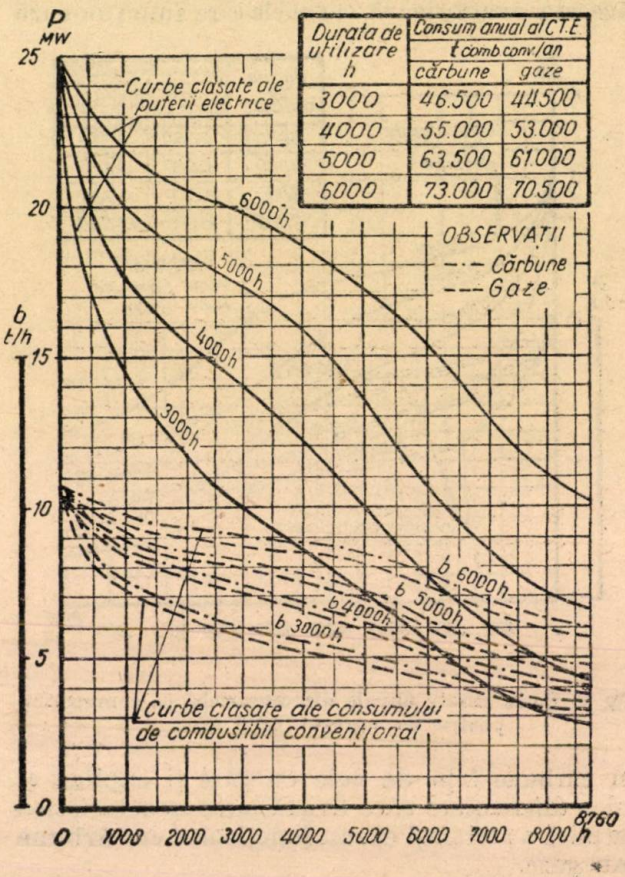
în t/h, iar în abscisă durata de utilizare anuală d_e în ore, s-au construit curbele clasate anuale ale consumului de combustibil convenţional al *CTE* la o funcţionare cu cărbune respectiv gaze la d_e = 6 000, 5 000, 4 000 şi 3 000 ore. Aceste curbe clasate se construiesc din punct în punct.

În acelaşi mod s-au construit toate curbele clasate anuale ale consumului de combustibil pentru grupurile de 3, 6, 12, 20, 25 şi 50 MW, care sînt redate în fig. 2, 3, 4, 5, 6 şi 7.



Durata de utilizare h	Consum anual al CTE t comb. conv./an	
	cărbune	gaze
3000	39.000	37.500
4000	46.000	44.500
5000	53.000	51.500
6000	61.000	59.000

Fig. 5. Curbe clasate anuale ale consumului de combustibil pentru un agregat de 20 MW.



Durata de utilizare h	Consum anual al CTE t comb. conv./an	
	cărbune	gaze
3000	46.500	44.500
4000	55.000	53.000
5000	63.500	61.000
6000	73.000	70.500

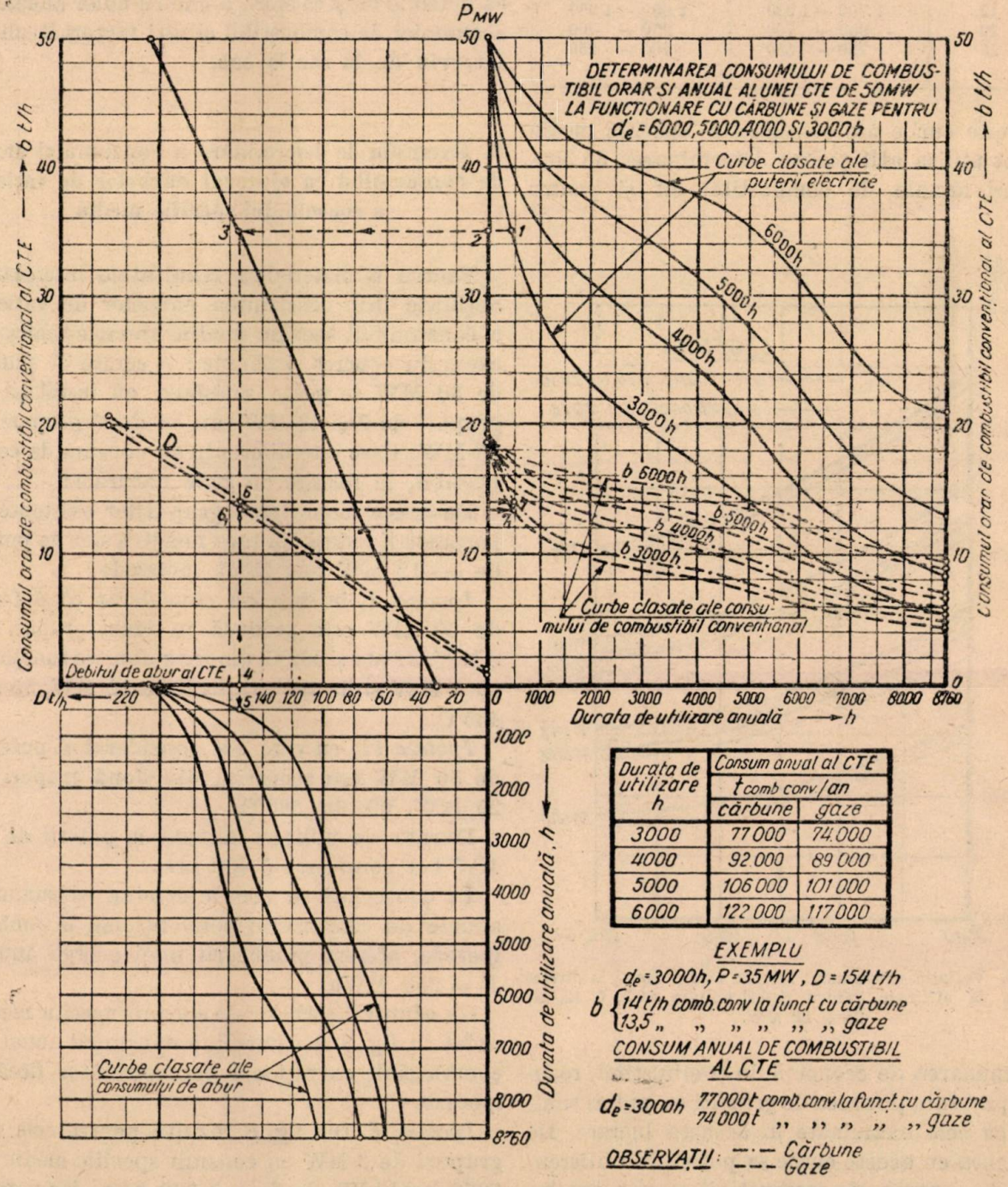
Fig. 6. Curbe clasate anuale ale consumului de combustibil pentru un agregat de 25 MW.

Tabela 3

		Durata de utilizare h	Funcţionarea cu cărbune						Funcţionarea cu gaze					
			3 000 kW	6 000 kW	12 000 kW	20 000 kW	25 000 kW	50 000 kW	3 000 kW	6 000 kW	12 000 kW	20 000 kW	25 000 kW	50 000 kW
E	10^6 kWh/an	3 000	9,0	18,0	36,0	60,0	75,0	150,0	9,0	18,0	36,0	60,0	75,0	150,0
		4 000	12,0	24,0	48,0	80,0	100,0	200,0	12,0	24,0	48,0	80,0	100,0	200,0
		5 000	15,0	30,0	60,0	100,0	125,0	250,0	15,0	30,0	60,0	100,0	125,0	250,0
		6 000	18,0	36,0	72,0	120,0	150,0	300,0	18,0	36,0	72,0	120,0	150,0	300,0
Q	10^6 kcal/an	3 000	58 500	99 500	190 500	273 000	326 000	539 000	57 000	95 200	183 500	266 000	311 000	519 000
		4 000	68 600	117 000	224 000	322 000	385 000	644 000	67 600	112 000	216 500	311 000	371 000	622 000
		5 000	79 500	135 000	259 000	371 000	445 000	742 000	78 500	130 000	250 000	360 000	426 000	708 000
		6 000	91 000	154 800	296 000	427 000	510 000	855 000	89 500	150 000	289 000	412 500	494 000	820 000
C	kcal/kWh	3 000	6 500	5 540	5 300	4 550	4 350	3 600	6 350	5 300	5 100	4 400	4 150	3 450
		4 000	5 750	4 880	4 650	4 000	3 850	3 200	5 600	4 700	4 500	3 900	3 700	3 100
		5 000	5 300	4 500	4 310	3 710	3 550	2 970	5 230	4 350	4 170	3 600	3 400	2 800
		6 000	5 050	4 300	4 100	3 550	3 400	2 850	4 950	4 150	4 000	3 450	3 300	2 750
ΔC faţă de grup de 50 MW	kcal/kWh	3 000	2 900	1 940	1 700	950	750	0	2 900	1 850	1 650	950	700	0
		4 000	2 550	1 680	1 450	800	650	0	2 500	1 600	1 400	800	600	0
		5 000	2 330	1 530	1 340	740	580	0	2 430	1 550	1 370	800	600	0
		6 000	2 200	1 450	1 250	700	550	0	2 200	1 400	1 250	700	550	0

Din planimetrarea suprafeţelor determinate de curbele clasate de combustibil se determină consumul anual de combustibil, care s-a trecut sub formă de tabel în figurile menţionate la 6 000, 5 000 4 000 şi 3 000 ore de utilizare a puterii maxime diverse durate de utilizare pentru puterile unitare de 3, 6, 12, 20, 25 şi 50 MW.

În fig. 8 s-a reprezentat variaţia consumului specific mediu anual la puterile amintite şi la diverse durate de utilizare.



Durata de utilizare h	Consum anual al CTE t comb conv/an	
	cărbune	gaze
3000	77 000	74 000
4000	92 000	89 000
5000	106 000	101 000
6000	122 000	117 000

Fig. 7. Curbe clasate anuale ale consumului de combustibil pentru un agregat de 50 MW.

respective, la o funcţionare pe cărbune sau gaze.

În tabela 3 s-au trecut sub forma centralizată consumul anual de căldură la duratele de utilizare indicate mai sus. Ţinînd seama de energia ce se produce anual s-a determinat tot în acest tabel şi un consum specific mediu anual la

Din această figură reiese că pentru a produce în grupuri de 3,6,12,20, şi 25 MW o kWh, faţă de o kWh produsă într-un grup de 50 MW, apare un supraconsum de căldură, care scade cu creşterea duratei de utilizare şi care este redat în tabela 4.

Tabela 4

Puterea unitară	Supraconsum la funcționare cu:	
	Cărbune kcal/kWh	Gaze kcal/kWh
3	2 900 — 2 200	2 900 — 2 200
6	1 940 — 1 450	1 850 — 1 400
12	1 700 — 1 250	1 650 — 1 250
20	950 — 700	950 — 700
25	750 — 550	700 — 550

Aceste curbe ale consumului specific mediu se pot utiliza atît pentru determinarea de consumuri anuale de combustibil cît și pentru determinarea de economii de combustibil, realizate prin funcționarea de grupuri cu puteri similare cu cele examinate în această lucrare. De asemenea cu aceste curbe se pot stabili diferențele de consum de combustibil ce pot rezulta din utilizarea diferită a unor centrale termoelectrice care diferă în măsură importantă între ele în ceea ce privește consumul specific de combustibil.

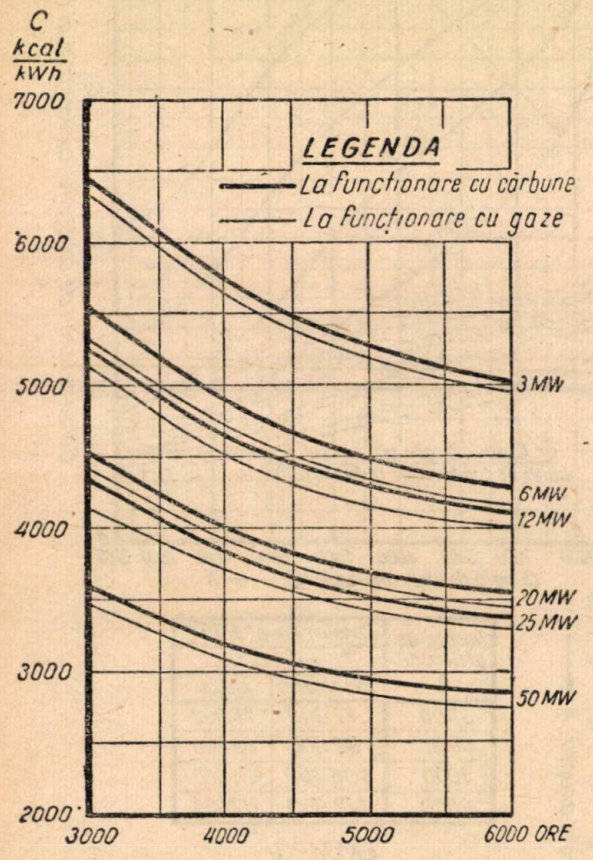


Fig. 8. Variația consumului specific mediu anual la diverse durate de utilizare pentru puteri unitare de 3, 6, 12, 20, 25 și 50 MW.

Prin aceasta, lucrarea de față reprezintă o contribuție la fixarea unei linii directoare, în ceea ce privește politica de adoptat față de instalațiile vechi însă numai sub aspectul economiei de combustibil posibil a fi realizată anual. Răspunsul complet la această problemă îl va da însă comparația complexă a investițiilor, atît ca mărime cît și ca efort, a cheltuielilor anuale, a economiei de combustibil și alți factori locali ce intervin de la caz la caz.

2. Exemplu de determinare a consumului anual de combustibil cu ajutorul curbelor de variație a consumului specific mediu

Pentru a materializa rezultatele interesante obținute prin construirea curbelor de variație a consumului specific mediu anual s-a ales un exemplu concret și anume: o cerere de putere de 50 MW se poate satisface cu instalații cu grupuri de 3 și 12 MW sau cu două grupuri de 25 MW. Care este diferența de consum de combustibil, la folosire de gaze naturale?

Deoarece majoritatea grupurilor existente cu parametrii reduși din țara noastră sînt de puteri de 3—12 MW s-au făcut ipotezele:

Ipoteza I, în care s-a considerat că puterea de 50 MW este produsă în cinci grupuri de 3 MW, 32 ata și 380°C, din care unul va funcționa cu 2 MW și în trei grupuri de 12 MW, 35 ata 435°C.

Ipoteza II, cu care s-a considerat că puterea de 50 MW este acoperită din două grupuri de 25 MW, 90 ata, 500°C.

Durata de utilizare anuală a puterii de 50 MW s-a considerat 5 000 ore.

În consecință se vor determina consumurile anuale de combustibil convențional în ambele ipoteze, aferent producerii unei energii anuale $E = 250$ MWh.

Cu ajutorul curbelor de consum specific mediu redat în fig. 8 se determină consumul anual de combustibil convețional corespunzător fiecărei ipoteze.

Ipoteza I. Din fig. 8 rezultă pentru cele trei grupuri de 3 MW un consum specific mediu de 5230 kcal/kWh, la $d_e = 5\,000$ h/an, iar pentru grupul de 3 MW, ce ar funcționa la $d_e = 3\,300$ h/an un consum specific mediu de 6 000 kcal/kWh.

Pentru grupurile de 12 MW, 35 ata, 435°C la $d_e = 5\,000$ h/an consumul specific mediu este de 4 170 kcal/kWh.

Ţinînd seama de aceste date rezultă un consum anual de combustibil convenţional în ipoteza *I* de 160 520 t.

Ipoteza II. Tot din fig. 8 rezultă valoarea consumului specific mediu pentru grupul de 25 MW şi la d_e = 5 000 h/an rezultă din curbe ca avînd valoarea de 3 400 kcal kWh.

Consumul anual de combustibil convenţional în această ipoteză este de 122 000 t.

Din comparaţia consumurilor anuale de combustibil în aceste două ipoteze rezultă că funcţionarea cu două grupuri de 25 M W de parametrii superiori, permite realizarea unei economii anuale faţă de ipoteza I de 38 520 t; sau ca valori procentuale, ipoteza II realizează un consum de combustibil anual cu 24% mai mic ca cel din ipoteza I.

3. Concluzii

În această lucrare s-au obţinut o serie de curbe privind consumurile specifice medii anuale pe centrale, cu ajutorul cărora se poate determina uşor atît consumul cît şi economia de combustibil ce se poate realiza la funcţionare cu grupuri de putere şi parametrii diferiţi.

Variaţia consumului de combustibil cît şi a economiei ce se poate realiza poate fi urmărită în întregul interval de la 3 000 — 6 000 ore de utilizare a puterii electrice maxime adică pentru zona de funcţionare ce intră practic în considerare.

Se observă că lucrarea, referindu-se la condiţiile actuale din ţara noastră, se limitează la un interval de parametrii şi puteri unitare relativ restrînse şi utilitatea ei trebuie judecată pentru aceste condiţii concrete; problema în sine, mai ales în perspectiva ultimelor preocupări şi realizări ale tehnicii mondiale, este evident mult mai complexă şi depăşeşte ca atare cu mult cadrul prezentei lucrări.

Bibliografie

[1] *Musil I.*: Die Gesamtplanung von Dampfkraftwerken, Berlin, 1942.

[2] *Stăncescu D. I. şi Voinea M.*: Valorificarea termică a combustibililor în cazul termoficării urbane sau alimentării cu gaze naturale în condiţiile ţării noastre, Energetica, nr 7/1956.

★

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОГО РАСХОДА ТОПЛИВА ДЛЯ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ТЭЦ, С РАЗЛИЧНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ И МОЩНОСТЯМИ, ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ГИПОТЕЗАХ РАБОТЫ

В статье приводится несложный графический метод определения годового расхода топлива, учитывающий режим работы при различных нагрузках в течение года.

Описываемый метод может быть применен эксплуатационными единицами ТЭЦ и энергетических систем.

★

BESTIMMUNG DES JÄHRLICHEN BRENNSTOFFVERBRAUCHES IN KONDENSATIONSKRAFTWERKEN MIT VERSCHIEDENEN DAMPFZUSTÄNDEN UND EINHEITSLEISTUNGEN FÜR VERSCHIEDENE BETRIEBSBEDINGUNGEN

Der Aufsatz stellt zur Verfügung der Betriebseinheiten der Wärmekraftwerken und energetischen Systemen, ein einfaches graphisches Verfahren für die Bestimmung des jährlichen Brennstoffverbrauches, unter Berücksichtigung der Lastschwankungen im Laufe eines Jahres.

Metode de reglare automată descentralizată a frecvenţei în sistemele energetice

Conf. ing. SERGIU CĂLIN

Este analizat procesul reglării automate a frecvenţei în sistemele energetice şi sînt trecute în revistă metodele de reglare descentralizată, expunîndu-se apoi o schemă originală propusă de autor pentru reglarea automată a frecvenţei cu participarea mai multor centrale electrice din sistemul energetic.

1. Procesul de reglare a frecvenţei într-un sistem energetic

Într-un sistem energetic puterea activă consumată de totalitatea receptorilor variază în permanenţă în funcţie de necesităţile momentane ale consumatorilor. Atît timp cît puterea totală dezvoltată de maşinile primare urmăreşte exact variaţiile puterii active necesitată de consumatori (urmărirea acestor variaţii realizîndu-se prin modificarea corespunzătoare a admisiei agentului motor în maşinile primare), viteza de rotaţie a agregatelor nu variază şi deci şi frecvenţa va rămîne constantă în sistemul energetic. Această situaţie este de obicei denumită situaţia de „echilibru al puterilor active".

În acest sens se poate spune că în sistemele energetice scopul reglării frecvenţei constă tocmai în menţinerea permanentă a echilibrului puterilor active, acţionîndu-se asupra maşinilor primare astfel încît puterea produsă să urmărească exact variaţiile puterii active necesitate de consumatori.

Regulatorul automat de frecvenţă este un dispozitiv electric care acţionează prin intermediul servomotorului electric al regulatorului de viteză al maşinilor primare, deplasînd caracteristica statică de reglaj a regulatorului de viteză şi variind în mod corespunzător cu variaţiile de sarcină puterea dezvoltată de maşina primară, asigurînd astfel menţinerea unei frecvenţe riguros constante, independent de variaţiile sarcinii sistemului energetic.

Pentru asigurarea echilibrului puterilor active în sistemele energetice se folosesc curbele (diagramele) de sarcină; curba de sarcină a sistemului energetic este alcătuită dinainte de către dispecer şi repartizată între diferitele centrale ale sistemului energetic conform principiului repartiţiei optime din punct de vedere economic.

Evident că diagrama planificată nu poate coincide exact cu diagrama reală a variaţiilor de sarcină; pentru a acoperi diferenţele dintre aceste diagrame, unele agregate sînt prevăzute cu regulatoare automate de frecvenţă; sub acţiunea comenzilor trimise de regulatoarele de frecvenţă, aceste agregate acoperă diferenţele dintre cele două diagrame, menţinînd astfel frecvenţa la valoarea nominală.

Atît timp cît puterea totală a centralelor conectate în cadrul aceluiaşi sistem nu atinge valori prea mari, este suficient ca un singur agregat să fie prevăzut cu regulator automat de frecvenţă, puterea acestui agregat fiind destul de mare pentru acoperirea variaţiilor de sarcină care nu corespund prevederilor curbei de sarcină planificate. Această reglare a frecvenţei este astfel o reglare centralizată: indiferent de locul unde se produce variaţia de sarcină în sistemul energetic, această variaţie este preluată numai de un singur agregat, cel prevăzut cu regulator de frecvenţă.

Procesul reglării frecvenţei este relativ complicat, la el participă în faza iniţială toate agregatele — datorită acţiunii regulatoarelor de viteză ale maşinilor primare — şi numai în faza finală agregatul cu regulator de frecvenţă preia singur întreaga variaţie de sarcină a consumatorilor, restabilind frecvenţa.

În mod schematic, întreg procesul de reglare a frecvenţei poate fi descompus în următoarele etape:

a) În situaţia de echilibru al puterilor active, în sistemul energetic apare o variaţie de sarcină ΔP într-un punct, respectiv în acel punct se modifică impedanţa reţelei, lucru care provoacă o variaţie a valorii curenţilor şi a repartiţiei lor în reţeaua electrică.

b) Noile valori şi noua repartiţie a curenţilor modifică încărcările generatoarelor electrice; întrucît admisia agentului motor în maşinile primare a rămas constantă, agregatele tind să-şi modifice turaţia în mod diferit, fiecare în raport cu momentul său de inerţie, conform relaţiei (1)

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_T - M_G \qquad (1)$$

unde:

M_T este cuplul dezvoltat de maşina primară;
M_G — cuplul rezistent al sarcinii generatorului;
ω — viteza unghiulară de rotaţie;
J — momentul de inerţie.

Cuplurile sincronizante se opun însă acestei tendinţe şi generatoarele îşi micşorează turaţia în mod aproximativ uniform.

c) Odată cu modificarea turației agregatelor, intră în funcțiune regulatoarele de viteză ale mașinilor primare, care determină variația puterilor dezvoltate de mașinile primare în conformitate cu carcateristicile statice de reglaj; are astfel loc o redistribuire între agregate a variației de sarcină ΔP apărută în sistemul energetic.

d) Regulatoarele de viteză avînd caracteristici statice, turația agregatelor după redistribuirea variației de sarcină va fi diferită de cea inițială, deci va avea loc și o abatere a frecvenței de la valoarea inițială. Ca urmare, intră în funcțiune regulatorul automat de frecvență: acesta deplasează caracteristica statică de reglaj a regulatorului de viteză pînă cînd agregatul care reglează frecvența preia întreaga variație de sarcină ΔP. Prin aceasta, celelalte agregate sînt descărcate de sarcinile suplimentare preluate în etapa c) și în sistemul energetic este restabilit noul echilibru al puterilor active la aceeași valoare a frecvenței care exista înainte de apariția variației ΔP de sarcină.

În realitate etapele c) și d) se suprapun în timp.

După cum se vede, regulatorul de frecvență lucrează prin intermediul regulatorului de viteză, iar ambele regulatoare acționează asupra aceluiași organ: admisia agentului motor în paletele turbinei. Din cauză că în cursul evoluției istorice regulatorul de frecvență, apărut mai tîrziu, a fost realizat numai ca o anexă la regulatorul de viteză, nu există o coordonare suficientă între acțiunile celor două regulatoare în procesul reglării frecvenței. Apare astfel problema asigurării stabilității procesului de reglare și a realizării unei coordonări precise între acțiunile celor două regulatoare, problemă care nu a fost încă definitiv soluționată.

2. Reglarea automată centralizată a frecvenței

Odată cu creșterea puterii sistemelor energetice, puterea unui singur agregat nu mai este suficientă pentru acoperirea variațiilor de sarcină neprevăzute, respectiv pentru reglarea frecvenței.

Este necesar de aceea ca să fie destinate mai multe agregate pentru reglarea frecvenței, mărindu-se astfel puterea de care dispune sistemul energetic în scopul reglării frecvenței.

Prin participarea mai multor agregate la procesul de reglare automată a frecvenței apar însă dificultăți în legătură cu repartiția determinată a variațiilor de sarcină între aceste agregate, dat fiind că reglarea frecvenței se efectuiază după o caracteristică astatică.

După cum se știe, procesul de reglare se poate efectua numai în cazul cînd un singur agregat are caracteristică astatică de reglaj: dacă două sau mai multe agregate au carcateristici astatice și nu se iau măsuri speciale, nu este posibil să se obțină o repartizare determinată a variațiilor de sarcină între aceste agregate și procesul de reglare nu se poate efectua.

Este necesară introducerea unor noi dispozitive și a unor legături suplimentare între agregatele care participă la procesul reglării frecvenței. Dat fiind că agregatele se găsesc în aceiași centrală, realizarea acestor dispozitive și legături nu prezintă mari dificultăți.

În cazul cînd agregatele sînt identice, unul dintre agregate primește comenzile regulatorului de frecvență, iar puterile active debitate de celelalte agregate urmăresc exact variațiile puterii active debitată de primul agregat, sub acțiunea unor regulatoare de putere activă, denumite egalizatoare de putere. În o altă variantă, cu ajutorul egalizatoarelor de putere se compară puterea activă a fiecărui agregat cu puterea activă medie a tuturor agregatelor care participă la procesul reglării frecvenței.

Centrala ale cărei agregate asigură reglarea frecvenței în sistemul energetic poartă numele de centrală conducătoare (dirijoare, șef de orchestră); ea acoperă toate variațiile neplanificate de sarcină, dînd posibilitate tuturor celorlalte centrale să lucreze în permanență cu încărcările date de dispecer, calculate astfel încît să asigure repartiția optimă a sarcinii totale și deci regimul cel mai economic de funcționare al întregului sistem energetic.

3. Necesitatea descentralizării reglării automate a frecvenței în sistemele energetice mari

Prin dezvoltarea și interconectarea sistemelor energetice, puterea lor ajunge în unele cazuri să fie atît de mare, încît nici puterea unei centrale întregi nu mai este suficientă pentru reglarea frecvenței, deoarece variațiile neprevăzute ale sarcinii totale depășesc puterea disponibilă a unei singure centrale.

În sistemele energetice foarte mari apare astfel necesitatea participării mai multor centrale la procesul de reglare automată a frecvenței, respectiv apare necesitatea trecerii la reglarea descentralizată a frecvenței.

Reglarea descentralizată este indicată și din alte considerente. Astfel, în cazul reglării centralizate — cu centrală conducătoare — variațiile neprevăzute de sarcină sînt acoperite de această centrală chiar dacă ele au fost provocate de consumatori situați la mare distanță, de exemplu în partea opusă a sistemului energetic. Prin aceasta, energia electrică furnizată consumatorilor menționați traversează întreaga rețea electrică, mărind pierderile de energie.

În afară de aceasta, în cazul interconexiunilor schimburile de putere prin liniile de interconectare, efectuate în cadrul reglării frecvenței, pot supraîncărca aceste linii și pot amenința stabilitatea sistemului electric.

Reglarea descentralizată a frecvenței cu ajutorul mai multor centrale electrice va deveni

treptat necesară în sisteme energetice din ce în ce mai numeroase, pe măsura dezvoltării şi a interconectării lor.

4. Metode de reglare descentralizată a frecvenţei

Principala dificultate în realizarea reglării descentralizate a frecvenţei constă în înlăturarea nedeterminării repartizării sarcinilor între centralele care participă la procesul de reglare, nedeterminare datorită caracteristicii astatice a regulatoarelor de frecvenţă.

Această dificultate se rezolvă introducîndu-se şi alţi parametri în criteriul de reglare, realizîndu-se astfel o reglare combinată a frecvenţei şi a altor mărimi, în locul reglării centralizate care se efectua după criteriul de reglare cu un singur parametru :

$$\Delta f = 0 \qquad (2)$$

unde Δf este abaterea frecvenţei de la valoarea nominală, exprimată în unităţi relative (raportată la valoarea nominală).

Reglarea combinată după mai mulţi parametri permite să se introducă un anumit grad de statism în raport cu parametrii respectivi, pentru fiecare agregat care participă la procesul de reglare, reglarea în ansamblu a frecvenţei rămînînd însă astatică. Prin aceasta se înlătură nedeterminarea repartiţiei sarcinilor între agregatele participante la reglare, asigurîndu-se în acelaşi timp menţinerea frecvenţei la o valoare riguros constantă.

Metodele actuale de reglare automată descentralizată a frecvenţei pot fi grupate în două categorii : a) reglarea combinată a frecvenţei şi puterii active şi b) reglarea combinată a frecvenţei şi a abaterii timpului electric de la cel astronomic (numită şi reglare după abaterea integrală).

a) *Metoda reglării combinate a frecvenţei şi puterii active* (metoda „frecvenţă — putere") constă în introducerea puterii active ca parametru în criteriul de reglare, ecuaţia criteriului de reglare căpătînd astfel forma generală :

$$\Delta f + K.\ \Delta P = 0 \qquad (3)$$

unde :

ΔP este variaţia puterii active într-un anumit punct (la bornele generatorului, schimbul de putere activă printr-o linie, etc.);

K — coeficient de statism.

În relaţia (3), ca în toate celelalte relaţii ulterioare, mărimile sînt exprimate în unităţi relative.

Această metodă se realizează într-o anumită variantă în cazul interconexiunilor, şi într-o altă variantă în cazul sistemelor energetice mari, dar care nu sînt interconectate cu alte sisteme energetice.

În cazul sistemelor energetice mari, care însă nu sînt interconectate, reglarea combinată a frecvenţei şi puterii active se realizează în varianta denumită „metoda statismului virtual". Criteriul de reglare prin această metodă este exprimat pentru fiecare centrală participantă la reglare, prin ecuaţii de forma :

$$\Delta f + s_1\ (P_1 - \alpha_1 \Sigma P_k) = 0 \qquad (4)$$

în care :

Δf este abaterea frecvenţei de la valoarea nominală.

P_1 — puterea debitată efectiv de agregatele centralei I;

ΣP_k — puterea totală debitată efectiv de toate centralele care participă la reglarea frecvenţei;

α_1 — cota fixată de participare pentru centrala I în acoperirea variaţiei sarcinii totale a sistemului energetic;

s_1 — coeficientul de statism al caracteristicii de reglare a centralei I.

Evident că cotele de participare ale diferitelor centrale trebuie astfel fixate încît să avem :

$$\Sigma \alpha_k = 1.$$

In cazul cînd sarcina totală a sistemului energetic variază cu ΔP, frecvenţa va varia cu Δf şi vor intra în funcţiune regulatoarele de frecvenţă ale centralelor participante la procesul de reglare. Ca urmare, puterea debitată de aceste centrale va varia în conformitate cu relaţia (4). In noul regim staţionar pentru fiecare dintre centrale va fi satisfăcută cîte o relaţie (4) :

$$\begin{aligned} &\Delta f + s_1\ (P_1 - \alpha_1\ \Sigma\ P_k) = 0 \\ &\Delta f + s_2\ (P_2 - \alpha_2\ \Sigma\ P_k) = 0 \qquad (5) \\ &\vdots \\ &\Delta f + s_n\ (P_n - \alpha_n\ \Sigma\ P_k) = 0. \end{aligned}$$

Inmulţind relaţiile (5) cu $\frac{1}{s_k}$ şi însumîndu-le, obţinem :

$$\Delta f \cdot \left(\Sigma \frac{1}{s_k}\right) + \Sigma\ [P_k - \alpha_k \Sigma\ P_k] = 0$$

$$\Delta f \cdot \left(\Sigma \frac{1}{s_k}\right) + \Sigma\ P_k - \Sigma\ P_k \cdot \Sigma\ \alpha_k = 0$$

Deoarece $\Sigma\ \alpha_k = 1$, urmează că :

$$\Delta f \cdot \left(\Sigma \frac{1}{s_k}\right) = 0$$

deci :

$$\Delta\ f = 0. \qquad (6)$$

Din relația (6) rezultă că în noul regim staționar care urmează procesului de reglare, frecvența va avea aceeași valoare ca și în regimul inițial, prin urmare reglarea frecvenței în ansamblul întregului sistem se efectuează după o caracteristică astatică, cu toate că pentru fiecare centrală există un grad de statism în raport cu valoarea ($P_k - \alpha_k \Sigma P_k$).

Explicația este simplă: acest statism este temporar, el există numai în perioada tranzitorie a procesului de reglare, întrucît numai în această perioadă diferența ($P_k - \alpha_k \Sigma P_k$) are o valoare diferită de zero. La sfîrșitul procesului de reglare această diferență trebuie să fie nulă (altfel procesul de reglare nu se poate termina, ci trebuie să continue, întrucît regulatoarele nu pot rămîne în stare de echilibru), prin urmare este lichidat și statismul reglării. De aci și denumirea metodei: metoda statismului virtual.

Noul regim staționar se poate stabili numai cînd sînt satisfăcătoare ambele condiții

$$\Delta f = 0 \tag{7}$$

și

$$P_k - \alpha_k \Sigma P_k = 0. \tag{8}$$

Condiția (7), care exista și la reglarea centralizată, asigură astatismul reglării; condiția (8) este adăugată pentru a înlătura nedeterminarea repartizării sarcinilor între mai multe agregate cu regulatoare de frecvență cu caracteristici astatice.

In cazul interconexiunilor, criteriul de reglare este exprimat prin ecuația:

$$\Delta f + s_k \cdot \Delta P_{sch \cdot k} = 0 \tag{9}$$

în care:

Δf este abaterea frecvenței de la valoarea nominală;
s_k — coeficient de statism;
$\Delta P_{sch \cdot k}$ — variația schimbului de putere din sistemul respectiv.

După cum se vede, în acest caz se introduce un statism al reglării în raport cu valoarea schimbului de putere prin linia de interconexiune.

In cazul interconectării mai multor sisteme energetice, pentru fiecare sistem vom avea cîte o relație de tipul ecuației (9):

$$\begin{aligned} \Delta f + s_1 \cdot \Delta P_{sch \cdot 1} &= 0 \\ \Delta f + s_2 \cdot \Delta P_{sch \cdot 2} &= 0 \\ &\vdots \\ \Delta f + s_n \cdot \Delta P_{sch \cdot n} &= 0. \end{aligned} \tag{10}$$

Inmulțind ecuațiile (10) cu $\frac{1}{s_k}$ și însumîndu-le obținem:

$$\Delta f \cdot \Sigma \frac{1}{s_k} + \Sigma \Delta P_{sch \cdot k} = 0. \tag{11}$$

Să considerăm că pentru un sistem interconectat schimbul de putere este pozitiv atunci cînd el este debitat de sistemul respectiv prin linia de interconexiune, și că este negativ în cazul cînd puterea este primită de sistem.

Astfel, schimbul de putere dintre două sisteme este pozitiv pentru unul și negativ pentru celălalt:

$$\Delta P_{sch \cdot 1} = - \Delta P_{sch \cdot 2}$$

In relația (11) termenul al doilea va fi totdeauna nul:

$$\Sigma \Delta P_{sch\ k} = 0$$

întrucît în permanență suma puterilor debitate de unele dintre sistemele energetice este egală și de sens contrar cu suma puterilor primite de celelalte sisteme energetice (neglijînd pierderile).

Prin urmare relația (11) devine:

$$\Delta f \cdot \Sigma \frac{1}{s_k} = 0$$

deci:

$$\Delta f = 0$$

astfel că reglarea este astatică.

In plus, prin alegerea corespunzătoare a valorilor coeficienților de statism s_k se poate obține ca la variații de sarcină într-unul din sisteme (variații care determină variații ale frecvenței în toate sistemele) să intre în funcțiune numai regulatoarele din acel sistem energetic, celelalte rămînînd în echilibru.

In acest mod, variațiile de sarcină sînt acoperite local, lucru care reprezintă un mare avantaj al reglării descentralizate.

In această formă, metoda este cunoscută sub denumirea de „reglare după caracteristicile interne ale sistemelor energetice" deoarece coeficienții s_k trebuie aleși în funcție de caracteristicile de frecvență ale sistemelor energetice care alcătuiesc interconexiunea.

Pentru aplicarea metodei de reglare combinată a frecvenței și puterii active este necesar ca la fiecare centrală care reglează frecvența să se transmită sarcina totală momentană a tuturor celorlalte centrale care participă la reglare (în cazul metodei „statismului virtual") sau suma tuturor schimburilor de putere prin liniile de interconexiune (în cazul metodei „caracteristicilor interconexiune") — lucru care necesită un foarte mare număr de canale de telecomunicație în sistemul energetic respectiv.

b) Metoda reglării combinate a frecvenței și a abaterii timpului electric de la cel astronomic constă în introducerea, în criteriul de reglare, a abaterii Δt_e a timpului electric de la cel astronomic:

$$\Delta t_e = t_e - t_{astr} = \frac{1}{f_0} \int_{t_0}^{t} f \cdot dt - \frac{1}{f_0} \int_{t_0}^{t} f_0 \cdot dt =$$

$$= \frac{1}{f_0} \int_{t_0}^{t} (f - f_0) dt = \int_{t_0}^{t} \frac{\Delta f}{f_0} dt. \tag{12}$$

unde :

t_e este timpul electric ;
t_{astr} — timpul astronomic ;
Δt_e — abaterea timpului electric de la cel astronomic ;
f_0 — valoarea nominală a frecvenţei ;
Δf — abaterea frecvenţei de la valoarea nominală.

Criteriul de reglare pentru fiecare centrală este exprimat prin ecuaţia :

$$\Delta f + s'_k \cdot \Delta t_e + s_k \cdot \Delta P_k = 0 \qquad (13)$$

unde :

Δf, Δt_e — la fel ca în formula (12)
s_k, s'_k — coeficienţi de statism ;
ΔP_k — variaţia puterii active debitată de fiecare centrală care participă la reglarea frecvenţei.

In perioada procesului de reglare, cînd frecvenţa diferă de cea nominală cu valoarea Δf, se acumulează o abatere $\Delta t_e = \int_{t_0}^{t} \frac{\Delta f}{f_0}\, dt$ a timpului electric, care se menţine şi după terminarea procesului de reglare.

Procesul de reglare se termină numai cînd $\Delta f = 0$, deoarece în caz contrar regulatorul continuă să primească impulsuri şi nu poate rămîne în echilibru. Prin urmare reglarea astatică a frecvenţei este asigurată.

Inlocuind în (13) $\Delta f = 0$, obţinem pentru noul regim staţionar care are loc după restabilirea frecvenţei

$$s'_k \cdot \Delta t_e + s_k \cdot \Delta P_k = 0$$

respectiv :

$$\Delta P_k = -\frac{s'_k}{s_k} \cdot \Delta t_e = s''_k \cdot \Delta t_e \qquad (14)$$

Din (14) rezultă că introducerea parametrului Δt_e serveşte pentru a înlătura nedeterminarea repartizării sarcinilor între centralele care participă la reglarea astatică a frecvenţei : într-adevăr, introducîndu-se pentru fiecare centrală un statism în raport cu valoarea Δt_e (statism fixat prin coeficientul s''_k), este determinată riguros contribuţia ΔP_k de putere activă a fiecărei centrale pentru restabilirea echilibrului puterilor active şi deci a frecvenţei.

Dacă am considera, de exemplu, cazul a trei centrale care reglează frecvenţa, caracteristicile lor de reglare pot fi reprezentate într-o diagramă $P = f(\Delta t_e)$, expusă în fig. 1. La apariţia unei creşteri a sarcinii sistemului energetic, frecvenţa va scădea, iar pînă la terminarea procesului de reglare se va acumula o abatere negativă a timpului electric — Δt_{e_1}. Din diagramă rezultă imediat contribuţiile ΔP_I, ΔP_{II} şi ΔP_{III} ale celor trei centrale pentru restabilirea frecvenţei ; prin urmare, repartizarea sarcinii totale între centrale este perfect determinată.

Coeficientul de statism este tocmai tangenta unghiului făcut de caracteristica de reglare cu axa absciselor.

Pentru realizarea practică a reglării combinate a frecvenţei şi a abaterii timpului electric

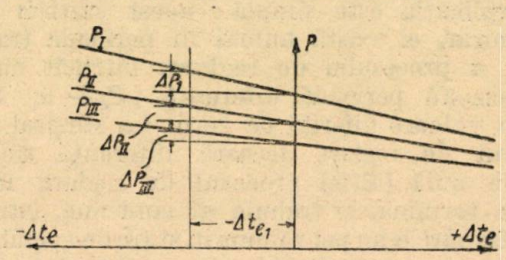


Fig. 1

este necesar ca la fiecare centrală care participă la reglarea frecvenţei să fie instalate aparate etalon precise pentru măsurarea timpului astronomic, ca să se poată determina în fiecare moment cu exactitate abaterea timpului electric de la cel astronomic. Aceste aparate sînt complicate şi scumpe.

Analizînd metodele de reglare automată descentralizată a frecvenţei, se constată că ambele metode de reglare necesită instalaţii scumpe pentru realizarea lor — canale de telecomunicaţie sau aparate etalon de măsurat timpul — lucru care limitează posibilităţile de aplicare a acestor metode.

5. Dispozitiv pentru reglarea automată a frecvenţei cu participarea mai multor centrale ale sistemului energetic

In cele ce urmează este descrisă schema şi principiul de funcţionare al unui dispozitiv de reglare automată a frecvenţei, propus de autor pentru realizarea unei reglări descentralizate, cu participarea mai multor centrale ale sistemului energetic.

Avantajul dispozitivului propus, în raport cu dispozitivele actuale existente, constă în faptul că el nu mai necesită instalaţiile scumpe descrise anterior, pe care le necesită dispozitivele existente pentru realizarea unei reglări descentralizate.

In calitate de element de legătură pentru coordonarea funcţionării tuturor centralelor care participă la reglare se propune folosirea chiar a abaterii Δf a frecvenţei de la valoarea nominală, abatere care este comună pentru întreg sistemul energetic şi identică în orice moment în toate punctele sistemului.

Deoarece în raport cu această abatere nu se poate introduce un statism al reglării (reglarea frecvenţei trebuind să fie astatică), se asigură o repartizare determinată a sarcinilor prin

alcătuirea schemei de reglare din două elemente succesive : elementul de frecvență și elementul de putere activă.

Schema dispozitivului propus (fig. 2) cuprinde :

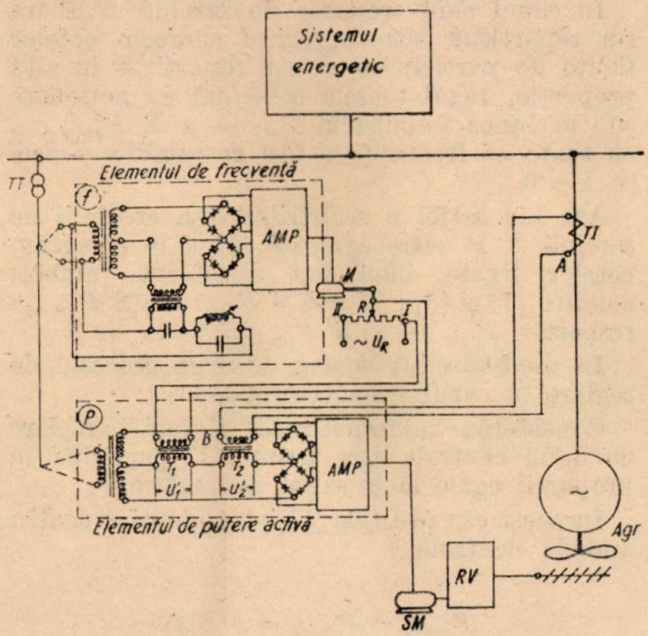


Fig. 2

f — elementul de frecvență ;
P — elementul de putere activă ;
AMP— amplifica oare ;
R — reostat care stabilește valoarea puterii active pe care trebuie s-o debiteze agregatul (vom numi această putere „putere comandată", deci R este reostatul puterii comandate).
M — servomotor care deplasează cursorul reostatului R ;
U_R — tensiunea de alimentare a reostatului R (de la un stabilizator de tensiune).
U_1' — tensiune care corespunde poziției cursorului reostatului R, respectiv valorii puterii comandate
U_2' — tensiune care corespunde valorii puterii active debitată efectiv de agregat ;
A_{gr} — agregatul care participă la procesul reglării frecvenței ;
RV— regulatorul de viteză al agregatului ;
SM— servomotorul electric al regulatorului de viteză al agregatului ;
TI — transformator de intensitate ;
TT— transformator de tensiune ;
T_1, T_2— transformatoare pentru separația circuitelor.

Pentru simplificare, în figură nu sînt reprezentate circuitele reacțiilor (legăturilor inverse) elastice și elementele lor componente, care asigură stabilitatea procesului de reglare în perioada tranzitorie.

Elementul de frecvență transformă impulsul primit de la abaterea Δf a frecvenței (impuls comun pentru toate regulatoarele de frecvență din sistemul energetic) într-o variație determinată a puterii comandate. Elementul de putere activă al regulatorului efectuiază mărirea sau micșorarea puterii active a agregatului în conformitate cu noua valoare a puterii comandate, care a fost stabilită de elementul de frecvență.

După cum se vede în schema din fig. 2, elementul de frecvență transformă abaterea Δf a frecvenței într-o deplasare a cursorului reostatului R ; prin această deplasare, variază tensiunea U_1' aplicată elementului de putere, respectiv variază valoarea puterii comandate, care îi este stabilită agregatului prin fiecare poziție a cursorului reostatului R.

De fapt, elementul de putere îndeplinește funcția unui dispozitiv de egalizare : el acționează asupra regulatorului de viteză al agregatului pînă cînd puterea activă debitată de agregat atinge exact valoarea stabilită de poziția cursorului.

Poziția I este poziția de nul a cursorului și ea corespunde mersului în gol : tensiunea U_1' este egală cu zero, deci puterea comandată este egală cu zero. In poziția II a cursorului, tensiunea U_1' este egală cu tensiunea totală U_R conectată la bornele reostatului R, deci această poziție corespunde încărcării maxime a agregatului.

Tuturor pozițiilor intermediare ale cursorului între punctele extreme I și II le vor corespunde toate valorile intermediare ale puterii active debitată de agregat, de la mersul în gol și pînă la încărcarea maximă.

Viteza de deplasare a cursorului trebuie aleasă în conformitate cu viteza cu care agregatele preiau variațiile de sarcină comandate, respectiv viteza cursorului trebuie acordată cu parametrii sistemului energetic care formează obiectul reglării.

Schema de reglare din fig. 2 poate fi în stare de echilibru numai dacă ambele elemente, și cel de frecvență și cel de putere, se găsesc în stare de echilibru. Elementul de frecvență se găsește în stare de echilibru numai cînd este satisfăcută condiția :

$$\Delta f = 0 \qquad (15)$$

iar starea de echilibru a elementului de putere are loc numai cînd puterea agregatului devine egală cu puterea comandată (stabilită prin poziția cursorului), respectiv cînd este satisfăcută condiția :

$$P_{com} - P_{agr.} = 0 \qquad (16)$$

unde :

P_{com} este puterea comandată ;
$P_{agr.}$ — puterea activă debitată în realitate de agregat.

Intrucît condiţiile (15) şi (16) trebuie satisfăcute simultan, ecuaţia criteriului de reglare poate fi scrisă sub forma :

$$\Delta f + K\ (P_{com} - P_{agr\cdot}) = 0. \qquad (17)$$

In expresia (17) valoarea puterii comandate este funcţie de abaterea Δf a frecvenţei :

$$P_{com\cdot} = \varphi\ (\Delta f). \qquad (18)$$

Ecuaţia (18) exprimă dependenţa puterii comandate de valoarea abaterii frecvenţei de la valoarea iniţială (nominală). Obţinerea acestei dependenţe, prin modul indicat în schemă — cu ajutorul reostatului R — sau prin alt mijloc, nu prezintă dificultăţi importante.

Se poate arăta că criteriul de reglare (17) reprezintă o variantă atît a criteriului de reglare prin metoda stati mului virtual, cît şi a criteriului de reglare prin metoda abaterii timpului electric, constituind astfel o generalizare a ambelor metode de reglare descentralizată.

Să analizăm aceste două analogii.

a) In cazul reglării prin metoda statismului virtual, criteriul (4) de reglare se poate scrie în general sub forma

$$\Delta f + K\ (P_{agr\cdot} - \alpha\ \Sigma\ P_{agr\cdot\ regl\cdot}) = 0$$

unde :

$P_{agr\cdot}$ este puterea activă debitată de unul dintre agregatele care participă la reglare (exprimată în unităţi relative);

$\Sigma P_{agr\cdot regl\cdot}$ — puterea activă debitată de toate agregatele care participă la reglare, (exprimată în unităţi relative)

α — coeficientul cotei fixate de participare.

Sistemul de reglare poate fi în echilibru numai dacă pentru toate agregatele care participă la reglare sînt respectate simultan cele două condiţii (7) şi (8) :

$$\Delta f = 0 \text{ şi } P_{agr} = \alpha\ \Sigma\ P_{agr\ regl\cdot}$$

Presupunem că sarcina totală a sistemului energetic a crescut cu ΔP, iar ca urmare frecvenţa a scăzut cu Δf. Dacă suma creşterilor puterilor active debitate de agregate este egală cu creşterea de sarcină ΔP, atunci frecvenţa este restabilită ($\Delta f = 0$) şi impulsurile transmise de abaterea frecvenţei vor înceta.

In cazul cînd creşterea de sarcină ΔP a fost repartizată între agregatele respective conform cotelor fixate de participare, va fi satisfăcută şi relaţia $P_{agr\cdot} = \alpha\ \Sigma\ P_{agr\ regl\cdot}$; ca urmare încetează şi impulsurile transmise de diferenţa dintre puterea activă real debitată şi cota fixată de participare ($P_{agr\cdot} - \alpha\ \Sigma\ P'_{agr.\ regl\cdot} = 0$) şi întreg sistemul de reglare se găseşte în noua stare de echilibru, corespunzătoare noii sarcini totale a sistemului energetic.

In cazul cînd creşterea de sarcină ΔP nu s-a repartizat între agregate conform cotelor fixate de participare, ci s-a repartizat în altă proporţie, regulatoarele continuă să acţioneze sub acţiunea impulsului $P_{agr} - \alpha\ \Sigma\ P'_{agr.\ regl\cdot}$, cu toate că frecvenţa a fost restabilită şi deci $\Delta f = 0$.

Are loc astfel o redistribuire a creşterii de sarcină ΔP între agregate, pînă la atingerea cotelor fixate, cînd sînt satisfăcute ambele condiţii (7) şi (8) : $\Delta f = 0$ şi $P_{agr\cdot} = \alpha \Sigma\ P_{agr\ regl\cdot}$ respectiv $P_{agr\cdot} - \alpha\ \Sigma\ P_{agr\ regl\cdot} = 0$.

In mod absolut analog decurge procesul de reglare în cazul schemei propuse.

Considerăm la început cazul simplu de reglare cu două centrale care trebuie să participe în proporţii egale la procesul de reglare.

In acest caz funcţiile (18) sînt identice pentru ambele centrale :

$$P_{com\cdot 1} = P_{com\cdot 2} = \varphi\ (\Delta f).$$

In schema de reglare aceasta înseamnă că tensiunile U_R la bornele reostatelor R trebuie să fie egale (se presupune că reostatele R şi servomotoarele M sînt perfect identice în toate dispozitivele de reglare din diferitele centrale care reglează frecvenţa).

In cazul cînd frecvenţa se abate de la valoarea nominală, de exemplu scade, elementele de frecvenţă ale dispozitivelor de reglare efectuiază deplasări egale ale cursorilor reostatelor R, mărind astfel în mod egal puterile comandate pentru cele două centrale. Cînd suma creşterilor puterilor active debitate de agregate devine egală cu creşterea de sarcină din sistemul energetic, frecvenţa este restabilită şi elementele de frecvenţă îşi încetează acţiunea.

In cazul cînd repartizarea creşterii de sarcină s-a efectuat în conformitate cu cotele egale de participare stabilite de reostatele R, atunci îşi încetează acţiunea şi elementele de putere activă, iar întregul sistem de reglare se găseşte în noua stare de echilibru, corespunzătoare noii sarcini totale a sistemului energetic.

Dacă însă din diferite cauze întîmplătoare creşterile puterilor active debitate de agregate nu corespund creşterilor egale stabilite de reostatele R, atunci elementele de putere ale dispozitivelor de reglare continuă să acţioneze, deşi creşterea totală de sarcină este acoperită şi frecvenţa este restabilită.

Intr-adevăr, în acest caz tensiunile U'_1 şi U'_2 ale impulsurilor transmise de puterea activă comandată şi de puterea activă reală sînt diferite şi nu se mai echilibrează reciproc. Ca urmare

are loc o redistribuire a creşterii totale de sarcină pînă la realizarea repartiţiei egale, conform valorilor fixate de reostatele R. Numai atunci îşi încetează acţiunea şi elementele de putere, stabilindu-se noua stare de echilibru a sistemului de reglare.

Acest lucru arată că în cazul unor perturbări întîmplătoare ale procesului de reglare, sistemul de reglare revine totdeauna la o stare unică de echilibru, cînd sînt respectate ambele condiţii :

$\Delta f = 0$ şi $P_{com.} = P_{agr.}$ respectiv $P_{com.} - P_{agr.} = 0$, deci cînd repartizarea creşterii de sarcină corespunde proporţiei stabilite. Prin urmare este asigurată o repartizare determinată a sarcinilor între agregatele care participă la reglare.

Pentru a se obţine cote diferite de participare ale centralelor la procesul de reglare, trebuie realizate funcţiuni (18) diferite pentru diferitele centrale care regl ază frecvenţa :

$$P_{com\cdot 1} = \varphi_1 \ (\Delta f)$$

$$P_{com\cdot 2} = \varphi_2 \ (\Delta f).$$

Pentru aceasta este suficient să fie schimbată în sensul necesar valoarea tensiunii U_R, aplicată la bornele reostatelor R.

b) In cazul reglării combinate a frecvenţei şi a abaterii timpului electric, se măsoară abaterea Δt_e a timpului electric de la cel astromomic

$$\Delta t_e = \int_{t_0}^{t} \frac{\Delta f}{f_0} \, dt$$

şi procesul de reglare se efectuează conform ecuaţiei (13), care poate fi scrisă sub forma generală :

$$\Delta f + s' \ \Delta t_e + s. \ \Delta P'_{agr.} = 0 \qquad (20)$$

unde $\Delta P_{agr.}$ este variaţia puterii active debitată de agregat în sensul restabilirii frecvenţei (toate mărimile sînt exprimate în unităţi relative).

In schema propusă (fig. 2) servomotorul M este un element de integrare; mărimea de intrare a acestui element de integrare este tensiunea aplicată rotorului U_r, iar mărimea de ieşire este unghiul θ de rotaţie al arborelui :

$$\theta = K_1 \int_{t_0}^{t} U_r \cdot dt$$

Dat fiind că tensiunea aplicată rotorului este proporţională cu abaterea frecvenţei :

$$U_r = K_2 \cdot \Delta f = K_3 \cdot \frac{\Delta f}{f_0}$$

avem :

$$\theta = K_4 \int_{t_0}^{t} \frac{\Delta f}{f_0} \, dt = K_4 \ \Delta t_e. \qquad (21)$$

Pe de altă parte unghiul θ de rotaţie al arborelui este proporţional cu variaţia puterii active comandate $\Delta P_{com.}$, deoarece rotaţia arborelui provoacă deplasarea cursorului reostatului R, astfel că :

$$\theta = K_5 \cdot \Delta P_{com.} \qquad (22)$$

Din (21) şi (22) urmează :

$$K_4 \cdot \Delta t_e = K_5 \cdot \Delta P_{com.}$$

respectiv

$$\Delta P_{com.} = K_6 \cdot \Delta t_e = K_6 \int_{t_0}^{t} \frac{\Delta f}{f_0} \cdot dt$$

şi

$$P_{com.} = P_{com.\,nom.} \pm \Delta P_{com.} = P_{com.nom} \pm K_6 \cdot \Delta t_e =$$

$$= P_{com.nom} \pm K_6 \int_{t_0}^{t} \frac{\Delta f}{f_0} \cdot dt \qquad (23)$$

unde $P_{com\,nom.}$ este valoarea nominală a puterii comandate.

Expresia (23) reprezintă tocmai relaţia de dependenţă (18)

$$P_{com.} = \varphi \ (\Delta f)$$

pentru cazul concret al schemei din fig. 2.

Inlocuind valorea $P_{com.}$ din (23) în criteriul de reglare (17) al schemei propuse, şi ţinînd seama că

$$P_{agr} = P_{nom.agr.} \pm \Delta P_{agr.}$$

în care :

$P_{nom.agr.}$ este puterea nominală a agregatului;
ΔP_{agr} — variaţia puterii active debitată de agregat.
P_{agr} — puterea activă debitată de agregat la un moment dat

obţinem :

$$\Delta f + K \ (P_{com.nom} \pm K_6 \cdot \Delta t_e - P_{nom.agr.} \pm \Delta P'_{agr}) = 0. \qquad (24)$$

Dat fiind că :

$$P_{com.nom.} = P_{nom.agr.}$$

expresia (24) capătă forma :

$$\Delta f \pm K.' \Delta t_e \pm K.'' \Delta P_{agr.} = 0 \qquad (25)$$

In expresiile (21)—(25), constantele K_1, K_2, K_3 K_4, K_5, K_6, K, K' şi K'' sînt legate prin relaţii simple.

Comparînd criteriul (20), de reglare combinată a frecvenţei şi abaterii timpului electric, cu criteriul (25), obţinut pentru reglarea cu ajutorul schemei propuse, se constată că aceste criterii sînt identice.

In acest mod, cu ajutorul servomotorului M se poate obţine un parametru comun pentru toate punctele sistemului energetic (unghiul θ de rotaţie al arborelui servomotorului şi deplasarea cursorului reostatului R), parametru care îşi păstrează o valoare determinată şi după restabilirea frecvenţei, fiind astfel echivalent cu abaterea integrală Δt_e. Cu ajutorul tensiunilor U_R conectate la bornele reostatului R se pot introduce diferite grade de statism în raport cu acest parametru, asigurîndu-se prin aceasta o repartiţie determinată a creşterii totale de sarcină între centralele care participă la reglarea frecvenţei.

Pentru a se asigura o valoare constantă a tensiunii U_R, independentă de oscilaţiile tensiunii reţelei, trebuie folosit un stabilizator de tensiune.

Trebuie remarcat că în schema propusă unicul element de integrare, care asigură astatismul reglării, este servomotorul M.

Celălalt element de integrare din schemă — servomotorul SM al regulatorului de viteză — este ocolit de reacţia (legătura inversă) rigidă reprezentată de legătura electrică AB (fig. 2), care transmite impulsul de la transformatorul de intensitate TI la elementul de putere al dispozitivului de reglare.

In acest mod, după cum se ştie din teoria reglării automate, elementul de integrare SM se transformă într-un element aperiodic şi schema analizată conţine numai un singur element de integrare — servomotorul M — prin urmare sistemul de reglare este structural stabil.

In comparaţie cu celelalte moduri de reglare automată descentralizată a frecvenţei, schema propusă prezintă următoarele avantaje :

a) nu necesită canale de telecomunicaţie

b) nu necesită instalaţiile scumpe pentru măsurarea precisă a timpului astronomic.

c) poate fi realizată cu mijloace relativ simple.

(Comunicare prezentată din partea Catedrei de Centrale şi reţele electrice la prima seziune de comunicări ştiinţifice a cadrelor didactice din Institutul Politehnic Bucureşti, ţinută în luna noiembrie 1954).

Bibliografie

[1] *Marcovici I. M.* Sistemele energetice şi regimurile lor, Moscova, 1952.

[2] *Moscalev A. G.* Reglarea automată a frecvenţei în sistemele energetice, Moscova, 1952.

★

МЕТОДЫ ДЕСЦЕНТРАЛИЗИРОВАННОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКИ ЧАСТОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Анализируется процесс автоматической регулировки частоты в энергетических системах. Делается обзор методов десцентрализированной регулировки, причем рассматривается предлагаемая автором оригинальная схема автоматической регулировки частоты для ряда электроцентралей, входящих в состав энергетической системы.

★

AUTOMATISCHES DEZENTRALISIERTES FREQENZREGELUNGSVERFAHREN IN VERBUNDSYSTEMEN

Der Aufsatz analysiert das automatische Frequenzregelungsverfahren und unterwrift einer genauen Prüfung die dezentralisierten Regelungsverfahren, wonach ein vom Verfasser originelles Schema, für die automatische Frequenzregelung unter Teilnahme mehrerer Kraftwerke eines Verbundsystems, vorgeschlagen wird.

Microturbina elicoidală

Prof. dr. ing. DORIN PAVEL
Laureat al Premiului de Stat

Se studiază caracteristicele hidromecanice ale turbinei, se fac considerații asupra randamentelor și a comportării în exploatare. Sînt studiate posibilitățile de întrebuințare ale microturbinei elicoidale Ganz în electrificorea rurală în R.P.R.

În revista *Energetica* Nr. 4 din anul în curs s-a tratat problema microcentralelor hidroelectrice și hidromecanice în general și s a dezvoltat în special utilizarea microturbinelor Bánki, care acum se fabrică în serie în R. P. Ungaria.

La căderi mici este mai economică microturbina de tip elicoidal, iar la căderi mijlocii microturbina Bánki. În fig. 1 se arată o microcentrală echipată cu o turbină de tip elicoidal cu reglaj automat foarte simplu. De la camera de echilibru apa este condusă printr-o conductă forțată spre microturbina elicoidală. În fața turbinei este montată o vană fluture cu acțiune manuală, la care se racordează melcul metalic al turbinei cu ax vertical. Lîngă turbină se găsește dulapul cu aparatajul electric cuprinzînd siguranțe ,voltmetrul', ampermetre pe trei faze, frecvențmetrul, comutatorul pentru voltmetru, întrerupătorul principal, regulatorul de tensiune cu amplificator magnetic.

Atît turbina ca și dulapul cu aparatajul electric se procură complet montate și trebuie numai fixate și ancorate în microcentrală.

În R.P.U. a început fabricarea în serie a unei microturbine numită „Ganz-Mignon", așa cum arată fig. 2, avînd puterea instalată 15 kW, turația 1500 rot/min, căderea variabilă între 7 și 12 m și debitul corespunzător 0,34 la 0,2 m^3/s. Turbina formează un grup compact cu generatorul a cărui tensiune la borne este de 400/230 V. frecvența 50 Hz, iar puterea de 20 kVA cu $\cos \varphi = 0{,}75$. (fig. 2).

În fig. 3 este reprezentată turbina demontată, jos se vede melcul cu vana fluture, apoi deasupra rotorului, care are un diametru numai de 0,25 m, se vede clopotul de reglaj și sus generatorul. Grupul sosește din fabrică complet montat, cum arată fig. 4, așa că se poate înșuruba pe fundația de lemn sau de beton.

În dreptul mecanicului se vede volanul reglajului manual, în stînga volanul închiderii vanei fluture, iar în față manometrul branșat la melc și mano-vacuumetrul branșat la aspirator. Întregul grup este compact și constitue o mașină de construcție estetică.

Cu toate că turbina nu are stator ci numai melc și rotor, analog pompelor elicoidale, ea are randamente acceptabile deși modeste, cum se arată mai jos. Exploatarea este foarte simplă și complet automată, asigurată pentru turbină de pendulul tahometric montat în batiul generatorului, iar reglajul tensiunii este satisfăcut de regulatorul de tensiune cu amplificator magnetic. Din măsurători rezultă că tensiunea variază foarte puțin. Anume la sarcinile $P\%$ 20, 40, 60, 80 și 100% tensiunea este de 100, 102, 104, 103, 101 98% din tensiunea nominală. Gradul de iregularitate al tensiunii $\delta_1 = \frac{104 - 100}{100} 100 = +4\%$ și $\delta_2 = \frac{98 - 100}{100} 100 = -2\%$ este desigur peste acela admis în rețele mari de $\pm 1\%$,

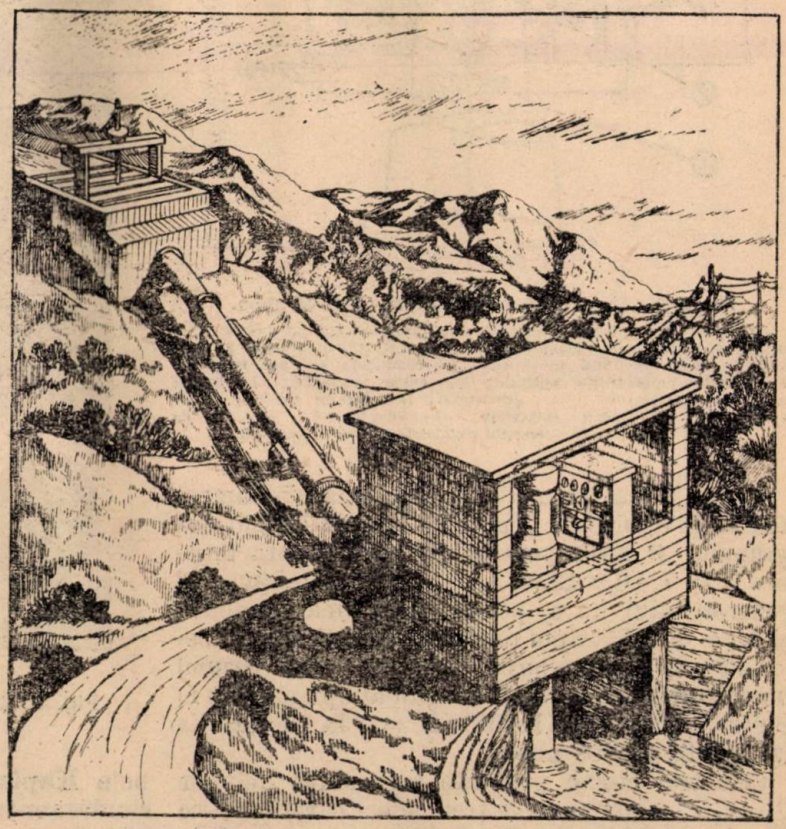


Fig. 1. Schița în perspectivă a unei microcentrale de cădere mică.

dar în acest caz este vorba de electrificarea rurală la care iregularitatea tensiunii de + 4% și — 2% este admisă.

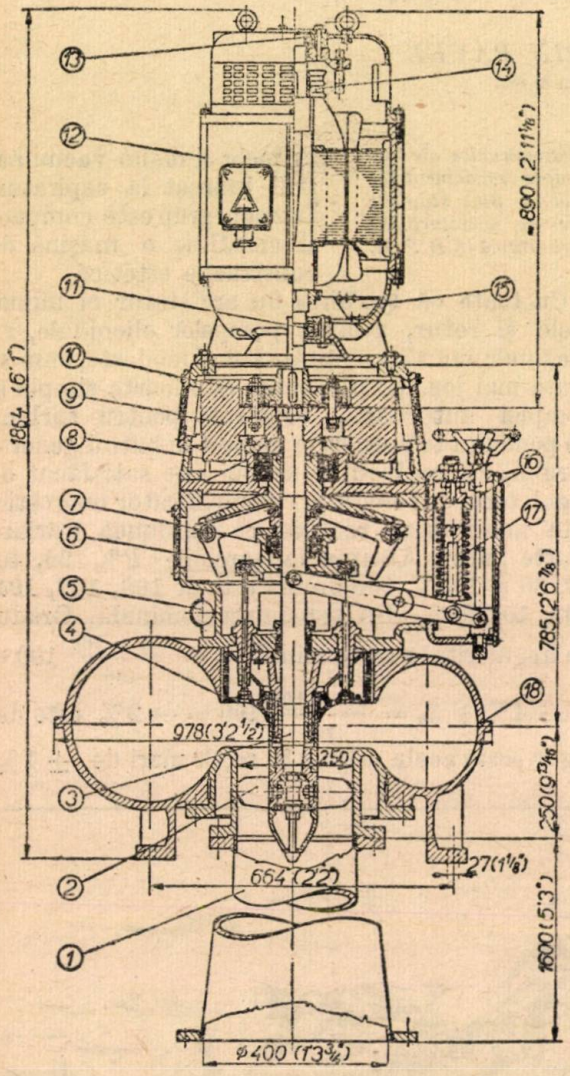


Fig. 2. Secțiune prin microturbina Ganz-M gnon.

1 — aspirator; *2* — rotorul elicoidal cu pale fixe; *3* — lagărul inferior; *4* — clopotul de reglaj, care variază debitul admis prin coborîrea axială a clopotului de către pendulul tahometric; *5* — conductă; *6* — prin manșap7; *8* — lagărul superior; *9* — volantul; *10* — cupla mecanică; *11* — lag rul inferior al generatorului; *12* — generatorul; *13* — lagărul superior al generatorului; *14* — inelele colectoare; *15* — ventilatorul; *16* — tija de reglaj manual; *17* — resortul reglajului; *18* melcul turbinei.

În fig. 5 s-a reconstituit diagrama randamentelor η și debitelor Q m³/s în funcție de puterea grupului P kW, pentru trei căderi caracteristice $H = 7, 10$ și 12 m. Aci s-a notat randamentul generatorului cu η_g pentru tensiunea nominală și cos $\varphi = 0{,}75$, apoi randamentul microturbinelor cu η_t și randamentul global $\eta = \eta_t \eta_g$. Grupul funcționează cu randament global optim la 10 m cădere, însă pentru limitele $H = 7$ la 12 variația lui η este foarte mică.

Cele trei curbe punctate reprezintă debitele $Q = f(H)$ consumate la trei căderi caracteristice $H = 7$, 10 și 12 m. Debitul de mers în gol de $Q_0 = 0{,}1$ m³/s la $H = 10$ m este foarte mare, anume de 42% din $Q_{max} = 0{,}24$ m³/s la această cădere, așa cum se prezintă și la turbinele elicoidale mari. Se știe că la dublu reglaj, turbinele Kaplan au Q_0 mult mai mic și curba randamentului mai aplatisată deci mai favorabilă, însă aceste turbine nu sînt apte în microcentrale din cauza costului mult mai mare și

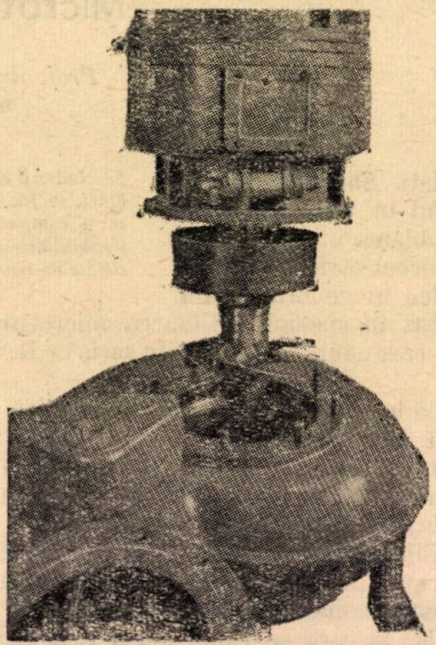


Fig. 3. Turbina „Ganz-Mignon" demontată.

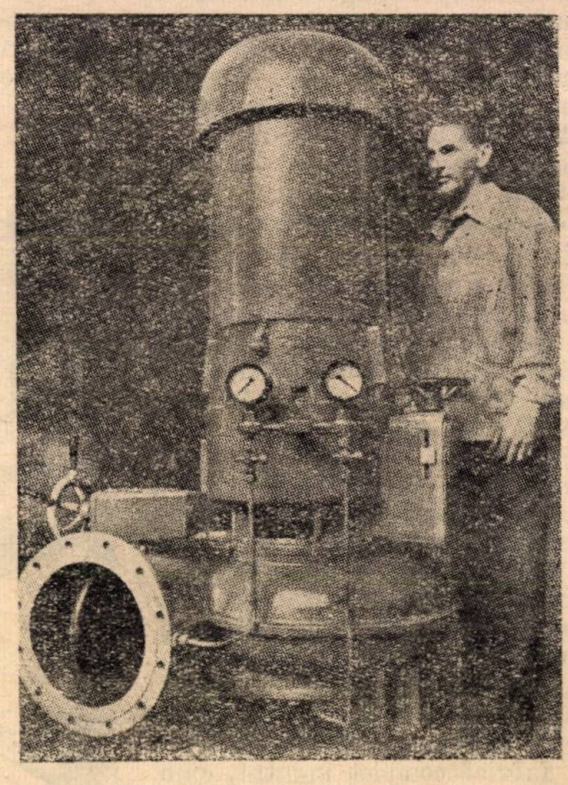


Fig. 4. Microturbina așa cum se livrează de Ganz și trebuie numai fixată de fundație.

fiindcă necesită un regulator dublu special, care la microturbine singur ar costa de 2 ori cît turbina.

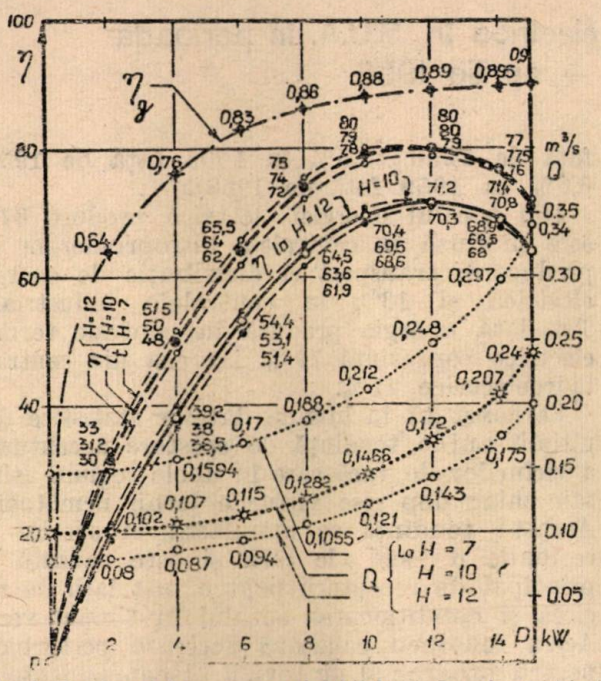


Fig. 5. Randamentele $\eta = \eta_t \eta_0$ şi debitele Q ale microturbinei pentru diferite căderi H şi puteri P.

Mai menţionăm că la o expoziţie industrială din parcul Naţional, cu 8 ani în urmă, a fost arătată în funcţiune o microturbină, similară cu aceea fabricată acum de Ganz-Budapesta, construită împreună cu subing. Perciun P. Turbina noastră ceva mai mare decît aceea ungară, a dat rezultate bune şi era reglată similar, ea însă nu a trecut la fabricaţia în serie, deoarece la noi problema electrificării rurale nu era atunci atît de actuală.

Microturbina Ganz-Mignon este o realizare remarcabilă, deşi randamentul global este modest. Împreună cu microturbina Bánki, noua microturbină acoperă domeniul de cădere de la 4 la 50 m şi puteri între 5 şi 30 kW, ceea ce pentru microcentrale rurale este la limită satisfăcător. Ca şi în U.R.S.S., am ajuns la concluzia că pentru R.P.R. microcentralele trebuie să fie dimensionate de la 200 kW în sus pentru a constitui exploatări economice. În acest sens este de dorit a se fabrica microturbine Bánki ca şi acelea elicoidale de puteri unitare de 100 respectiv de 200 kW.

★

ВИНТОВЫЕ ТУРБИНЫ

Резюме

Рассматриваются гидромеханические характеристики турбины и приводятся соображения в связи с к.п.д. и поведением в эксплуатации. Анализируется возможности применения винтовой микротурбины Ганц для электрификации сел в РНР.

★

PROPELLERTURBINEN

Der Aufsatz überprüft die hydromechanischen Kenlinnien der Turbine und bringt eingehende Betrachtungen über ihre Wirkungsgrade und Verhalten in Betrieb. Desgleichen werden die Anwendungsmöglichkeiten der Mikropropellerturbine Ganz in der Energieversorgung der ländlichen Gebiete in der Rumänischen Volksrepublik erwogen.

Date statistice asupra energiei electrice în S.U.A. în perioada octombrie 1955 — aprilie 1956

În cele ce urmează arătăm cîteva cifre semnificative extrase din Buletinul semestrial întocmit de Comitetul pentru buletinul energiei electrice al Institutului Electric Edison în cooperare cu reprezentanții sistemelor energetice sau a regiunilor energetice (teritoriul S.U.A. este împărțit în 8 regiuni energetice) și al celor mai importante firme constructoare de echipament energetic.

1. *Producția de energie electrică* în anul 1955 a fost de 546 miliarde kWh, reprezentînd o creștere de 15,8% față de cea a anului precedent. Durata de utilizare a puterii de vîrf a fost în anul 1955 de 5 570 ore iar a puterii disponibile de 4 707 ore.

2. *Puterea disponibilă.* („Capability") a sistemelor energetice ale S.U.A. a atins 116 milioane kW la finele anului 1955 și se prevede să atingă cifra de 154 milioane kW la finele anului 1959, adică o creștere de 33% pe o perioadă de 4 ani.

3. *Vîrful de sarcină* („Peak load") pe întreaga țară a fost în decembrie 1955 de circa 98 milioane kW, reprezentînd o creștere de 14,4% față de vîrful din decembrie 1954. Vîrful prevăzut pentru decembrie 1959 este de 130,6 milioane kW, reprezentînd o creștere de 33% față de vîrful realizat în iarna 1955 – 1956. Vîrful de vară al anului 1955 a fost de 93% din vîrful de iarnă 1955 – 56. În 1959 se estimează că vîrful de vară va atinge 97% din acel al lunii decembrie 1959. Încă de pe acum, în două dintre cele 8 regiuni energetice vîrful de vară este egal sau mai mare cu acel al iernii următoare.

4. *Diferența între puterea disponibilă și vîrful de sarcină.* („gross margin") pentru întreaga țară a fost de 18,6% în luna decembrie 1955, iar în lunile decembrie ale anilor 1956 pînă în 1959 se așteaptă să varieze între 16 și 19%.

5. *Capacități noi de producție intrate în funcțiune.* În cursul anului 1955 au fost date în exploatare unități noi însumînd 12,5 milioane kW. Proiecte noi pentru unități ce urmează să intre în funcțiune în 1956 și anii următori totalizează 36 milioane kW.

Cîteva observații suplimentare ce se pot face în completarea acestor date.

Creșterea producției de energie electrică pe anul 1955 este considerată peste normal și se datorează în bună parte creșterilor mari de consum în industria energiei atomice. Se așteaptă pentru anii următori sporuri descrescătoare cu tendință de reintrare în normal (10,2% în 1956 față de 1955; 7,2% în 1957 față de 1956; 7,5% în 1958 față de 1957; 6,6% în 1959 față de 1958).

Din totalul energiei electrice produse 87% este produsă în centralele întreprinderilor de producere, transport și distribuție de energie electrică și 13% în centralele industriale. Totodată energia produsă în centrale termoelectrice reprezintă 79%. iar cea din centrale hidroelectrice 21%.

Se constată în lumina datelor statistice din ultimii ani o tendință de creștere accentuată a vîrfurilor de vară care în unele regiuni ating sau chiar depășesc vîrfurile iernii următoare. Această tendință se manifestă în special în regiunile de sud ale țării și este cauzată în principal de receptorii pentru instalații de răcirea și condiționarea aerului în timpul verii. Acest fenomen cauzează serioase perturbații pentru programul de revizii al echipamentelor energetice.

Unitățile noi cu putere mai mare de 4 000 kW puse în funcțiune în 1955 se împart în:

103 grupuri termoelectrice totalizînd 11 035 000 kW și 49 grupuri hidroelectrice cu o putere totală de 1 506 000 kW.

Unitățile termoelectrice noi ce urmează să intre în funcțiune în perioada 1956 – 1959 sînt împărțite pe categorii în tabela 1:

Tabela 1.

Puterea	Numărul unităților	Puterea totală MW
300 MW și mai mari . .	7	2.220
250–299 MW .	14	3.595
200–249 MW	20	4.259,5
150–199 MW	52	8.164,5
100–149 MW	. . 76	8.368,5
sub 100 MW	136	4.414,45
Total unități termoelectrice .	305	31.021,95

Se remarcă că puterea unitară medie se apropie de 100 MW, cele mai mari unități proiectate fiind 2 grupuri de cîte 335 MW fiecare.

În perioada la care se referă buletinul statistic (oct. 1955 — aprilie 1956) a avut loc un conflict de muncă prelungit la una din cele mai importante firme constructoare de echipament energetic, ceea ce a condus la întîrzier în livrarea comenzilor, în prezent făcîndu-se eforturi de recuperare a întîrzierilor.

În ceea ce privește producția de cazane de abur pentru sistemele energetice producția anului 1955 a marcat o scădere însemnată, atingînd 18 180 t/h adică abia 52% din producția

anului 1954 şi 48% din cea a anului 1953. Se presupune că în anii următori producţia va creşte foarte mult şi constructorii de cazane se plîng că nu li s-au dat din timp comenzi şi că în anii următori nu vor putea livra toate comenzile cerute.

În privinţa centralelor atomoelectrice se consideră ca sigură realizare în următorii 10 ani a 9 proiecte de centrale cu putere mai mare de 10 000 kW, totalizînd o putere de circa 1 000 000 kW. Iată lista acestora :

Tabela 2.

Sistemul energetic	Puterea nominală (electrică) în MW	Anul intrării în funcţiune
1. Commonwealth Edison Co. . .	180	1960
2. Consolidated Edison Co. New-York	236	1960
3. Consumers Public Power District, Columbus Nebraska .	80	—
4. Detroit Edison Co.	100	1960
5. Duquesne Light Co	100	1958
6. Pennsylvania Power and Light Co.	150	1962
7. Rural Cooperative Power Association Elk River, Minn. . .	22	1960
8. Wolverine Electric Cooperative Big Rapids, Mich.	10	—
9. Yankee Atomic Electric Co. Rowe, Mass	134	1960

Numai pentru 3 dintre aceste proiecte, turbogeneratoarele sînt contractate sau în curs de contractare.

Se arată că aceste proiecte sînt cu caracter experimental şi că nu se aşteaptă de la aceste instalaţii să producă energie la un cost inferior celui al energiei produse în centralele termoeletrice clasice cu parametri înalţi. Se aşteaptă, totuşi, ca aceste proiecte să contribuie la perfecţionarea proiectării, construcţiei şi exploatării de reactori nucleari şi că experienţa astfel cîştigată să conducă mai tîrziu la realizarea de centrale atomo-electrice care să poată intra în largă competiţie cu centralele clasice.

Producţia de transformatori (mai mari de 500 kVA) care în 1954 depăşi e 60 000 000 kVA a scăzut în anul 1955 la 43 686 000 kVA. De asemenea producţia de generatori (mai mari de 4000 kW) care în 1954 atinsese 13 700 000 kW, a fost de numai 10 584 000 kW în 1955. *(după cel de al XIX lea b lţin semestrial al energiei electrice, aprilie 1956 publicat de Institutul Electric Edison New-York S.U.A. în mai 1956).*

Ing. C. Mih.

Costul energiei în centralele termoelectrice cu abur *)

Costul energiei electrice produse în centralele termoelectrice cu abur, urmărit de zeci de ani de întreprinderile producătoare, capătă o actualitate şi mai mare cînd devine posibil ca reactorul nuclear să înlocuia că cazanul de abur tradiţional, în eventualitatea că ar fi comparabile costurile ce le comportă cu cele ale mijloacelor utilizate pînă acum.

In acest scop se analizează componentele costului energiei electrice produse de centralele cu abur în ultimii 50 ani şi se determină locurile unde a fost posibilă reducerea costurilor.

Indicii utilizaţi în mod curent, arată că în timpul ultimilor 50 ani costurile materialelor de bază, ale manoperii şi ale combustibilului, necesare construcţiei şi exploatării unităţilor producătoare, au crescut cu peste 600%. Sub acest aspect, rezultatele experienţei de 50 ani de producţie de energie electrică în centralele termoelectrice cu abur sînt fără îndoială cu totul remarcabile.

Trebuie avut în vedere că nu există două sisteme energetice identice şi comparabile în toate privinţele. Organizarea în concern a întreprinderilor, amplasarea, mărimea şi felul unităţilor, prezenţa sau lipsa energiei hidroelectrice ca şi proiectele, metodele de construcţie şi procedeele de explcatare diferite influenţează în mod diferenţiat costurile de producţie. Totuşi, cele mai multe unităţi au astăzi un aspect comun, acela că sînt interconectate şi integrate într-un si tem cu mai multe centrale. Unitatea cea mai economică dintr-un sistem realizează în mod normal cel mai ridicat indice de exploatare, adică produce cea mai mare energie pe kW putere instalată. In cele mai multe sisteme, costurile totale de producţie a energiei electrice din centralele cu abur au prepondere ţă. Analiza comparativă a costurilor este posibilă datorită metodelor de contabilizare uniformizate, aplicate în ultimii 20 ani de unităţile producătoare de energie electrică.

Componenţa costurilor totale pentru producerea energiei electrice. Costurile totale ale energiei electrice se compun din doi factori esenţiali :

— costuri de producţie şi ;

— sarcini fixe ale capitalului investit, precum şi dintr-un al treilea factor, de mai mică importanţă,

— costuri administrative şi generale.

Costurile de producţie constau din cheltuieli pentru personal (inclusiv supraveghere tehnică), materiale şi combustibil, precum şi alte cheltueli

*) Prelucrare după „*The Cost of Steam Electric Power*", Roberts H. E. Combustion, vol. 26 (1955) nr. 12 pag. 47-53.

diferite în legătură cu exploatarea şi întreţinerea instalaţiilor. Asemenea cheltuieli sînt lesne extrase cu procedeele de evidenţă utilizate actualmente.

Sarcinile fixe se referă la capitalul investit în centrale şi se compun din dobînzi, amortizări, impozite şi asigurări, aceste din urmă fiind uneori incluse în alte componente datorită importanţei lor relativ mici.

Sarcinile fixe variază în general între 10 şi 15% din capitalul investit, în funcţie de diverşi factori şi numeroase condiţii.

Cheltuelile administrative şi generale includ salariile de administraţie şi de regie, pensii şi altele, şi se referă la întreaga activitate a întreprinderii, aşa că trebuie apreciată cota parte revenind producţiei de energie. Ele variază între 15 şi 25% din costurile totale anuale de producţie exceptînd pe cele pentru combustibil.

Costurile specifice. Indicele de cost folosit cel mai frecvent, la care se referă şi figurile din text, este: miimi de $ pe kWh netă, debitată în reţeaua sistemului. O altă formă uzuală, împarte costurile în costuri în raport cu puterea instalată, exprimate în $/kW an sau lună, şi în costuri de „energie" în miimi de $/kWh. Uneori acestea sînt denumite costuri fixe şi variabile, primele conţinînd eventual şi o parte din costurile de producţie independentă de energia produsă.

In tabela 1 se indică după datele statistice ale întreprinderilor particulare din S.U.A. componentele costurilor de producţie a energiei termoelectrice, exclusiv costurile aferente staţiei de transformare ridicătoare. Costurile de producţie sînt cele efective, sarcinile fixe sînt estimate la 12,5% din valoarea de investiţie. Cheltuelile administrative şi generale au fost evaluate la 20% din costurile de producţie, exclusiv combustibilul. Aceste două procentaje nu sînt cele efectiv rezultate într-unul din sistemele sau grupele de sisteme, dar reprezintă o medie rezonabilă. Datele trebuie privite numai ca medii pe întreaga ţară a costurilor întreprinderilor în anii respectivi.

Intre costuri sînt următoarele relaţii:

— sarcini fixe est mate, reprezintă circa 40% din costurile totale, exclusiv cheltu elile administrative şi generale;

— costurile de producţie reprezintă circa 60% din acelaşi total;

— costul combustibilului este de circa 45% din costurile totale, exclusiv cheltu elile administrative şi generale, şi 75% din costurile de producţie;

— costurile de producţie şi întreţinere, exclusiv combustibilul, reprezintă circa 15% din costurile totale înainte de alocarea costurilor generale;

— cheltuielile administrative şi generale sînt de circa 3% din costurile totale.

Decalajul dintre cifrele medii pe S.U.A. şi costurile specifice corespunzătoare realizate în 1953 la trei centrale construite după război, cu costuri totale de investiţii reduse, sînt date în tabela 2. Cele trei unităţi la care se referă datele, sînt calculate pentru indici de exploatare ridicaţi, şi diferitele costuri specifice realizate în raport cu combustibilul utilizat, sînt concludente pentru tendinţele existente.

Costurile centralelor termoelectrice. In fig. 1 se indică grafic numărul centralelor termoelectrice, puterea totală (nominală) instalată şi costul mediu de investiţie pe kW instalat pentru centralele în proprietate particulară pentru perioada 1937—1953.

Costul de investiţii se cifrează timp de 20 ani (1920—1940) la 100 $/kW instalat pentru centrale cu mai multe unităţi. Cu toate că în general costurile de construcţie s-au dublat din 1939—1940 înainte, datorită progresului tehnic, a fost posibil să se neutralizeze parte din efectele scumpirii, menţinînd costul pe kW instalat la circa 150 $ pentru centrale mari,

Tabela 1

Cost total pentru producerea energiei electrice în centrale termoelectrice cu abur (în miimi de $ pt. kWh netă)

	1953	1952	1951	1950	1949	1940
Costuri de producţie						
— manoperă şi materiale de producţie	*0,64*	*0,66*	*0,65*	*0,69*	*0,75*	*0,67*
— manoperă şi materiale de întreţinere	*0,50*	*0,53*	*0,53*	*0,56*	*0,63*	*0,41*
— costuri totale de producţie şi întreţinere (exclusiv combustibil)	1,14	1,19	1,18	1,25	1,38	1,08
— combustibil	*3,33*	*3,38*	*3,42*	*3,49*	*3,73*	*2,20*
Costuri totale de producţie (efective)	4,47	4,57	4,60	4,74	5,11	3,28
Sarcini fixe (estimate)	*3,13*	*3,03*	*2,95*	*2,96*	*2,95*	*3,36*
Total	7,60	7,60	7,55	7,70	8,06	6,64
Cheltuieli administrative şi generale alocate	*0,23*	*0,24*	*0,24*	*0,25*	*0,28*	*0,22*
Costuri totale estimate ale energiei (pentru debitare în reţea)	7,83	7,84	7,79	7,95	8,34	6,86
Indice aproximativ anual de exploatare %	60	60	60	65	55	40
Costul combustibilului, în cenţi pe milion kcal	100,0	99,2	98,8	98,5	100	—
Costul total de investiţii în milioane $	7533	6495	5880	4460	4064	2369
Putere instalată totală (nominală) în milioane kW	56,8	51,7	47,2	42,6	38,1	25,2
Cost mediu de kW instalat în $	125	121	118	114	108	96

Tabela 2

Costul total de producţie al energiei electrice din centrale cu abur în 1953 în mlimi de $ pe kWh netă

	Cărbuni	Păcură	Gaze nat.
Costuri de producţie			
— manoperă şi materiale de producţie	*0,16*	*0,44*	*0,14*
— manoperă şi materiale de întreţinere	*0,18*	*0,32*	*0,10*
— costuri totale de producţie şi întreţinere (exclusiv combustibil)	0,34	0,76	0,24
— combustibil	*1,36*	*3,62*	*1,14*
Total costuri de producţie (efective)	1,70	4,38	1,38
Sarcini fixe (estimate)	*1,93*	*2,39*	*1,47*
Total	3,63	6,77	2,85
Cheltuieli administrative şi generale alocate	*0,07*	*0,15*	*0,05*
Costuri totale estimate ale energiei (pentru debitare în reţea)	3,70	6,92	2,90
Costul combustibilului în cenţi pe milion de kcal	47,7	119,1	37,7
Consumul specific de căldură în kcal /kWh netă	2910	3020	3010

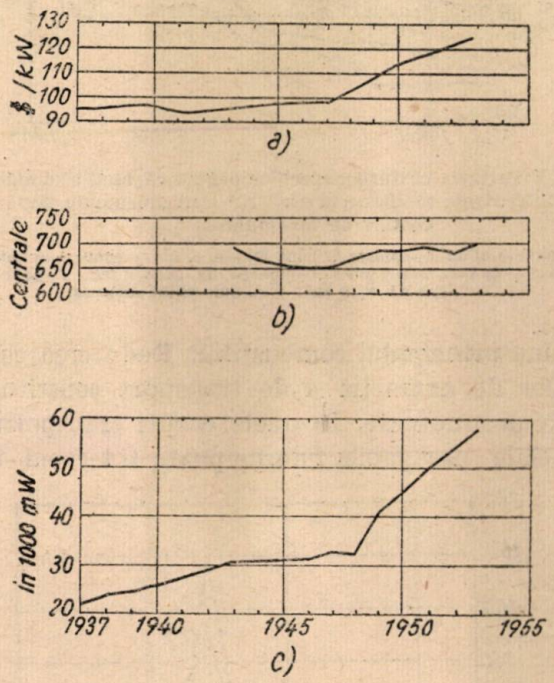


Fig. 1.

a—cost pe kW instalat; *b*—numărul centralelor; *c*—puterea instalată totală în MW (puterea nominală, la fine an).

moderne cu mai multe unităţi, construite după război.

Detalierea costului pe kW instalat, este următoarea:

— teren şi amenajări	2 $	1,3 %
— construcţii	30 $	20,3 %
— echipament cazan	60 $	40,2 %
— echipament turbogenerator	45 $	30,2 %
— echipament electric	10 $	6,7 %
— echipament divers	3 $	1,3 %
Total	150 $	100 %

Defalcarea este suficient de reprezentativă, variaţii considerabile rezultînd în realitate din amplasare, tipul de construcţii, combustibil, alimentare cu apă şi altele.

Valoarea investiţiilor care ar putea fi înlocuită printr-un reactor nuclear, adică partea din costurile totale de investiţie ale centralelor termoelectrice care se referă la producţia de abur, reprezintă 40—45 % (echipament cazan, construcţii şi instalaţii aferente). La centralele folosind drept combustibil gaze naturale, cota este şi mai redusă.

Costurile de producţie şi întreţinere

In fig. 2 se arată variaţia costurilor de producţie ale centralelor cuprinse în fig. 1, precum şi a centralei celei mai eficiente din

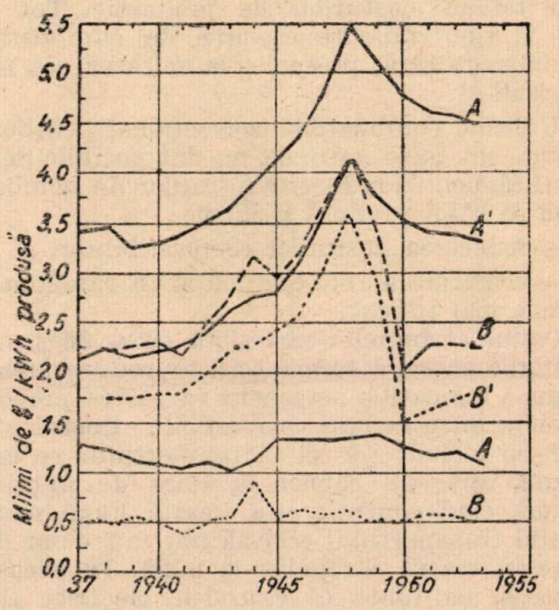


Fig. 2. Variaţia costurilor de producţie a energiei electrice din centrale cu abur:

A—întreprinderi particulare din SUA pe bază de cărbune, păcură şi gaze; *B*—centrala cea mai eficientă pe bază de cărbune. *A*—costuri totale de producţie; *A'*—costuri de combustibil; *B*—costuri totale de producţie; *B'*—costuri de combustibil; *A*—costuri de exploatare şi întreţinere; *B*—costuri de exploatare şi întreţinere.

fiecare an (aceasta nu înseamnă numai decît costurile cele mai reduse). Se remarcă tendinţa de stabilitate a acestor costuri pentru o perioadă mai lungă.

Datorită creşterii nivelului salariilor din timpul ultimului război mondial, în ultimii 10—15 ani au fost operate reduceri masive ale costului manoperii, care în medie se cifrează la 50 % faţă de 1920. Reducerile au fost realizate prin construcţii tipizate (un cazan de fiecare turbogenerator), unităţi mai mari, centralizarea şi automatizarea controlului, una sau două trepte de supraîncălzire intermediară şi modernizarea echipamentului pentru manipularea cărbunelui.

Reducerea costurilor de întreţinere, care însumează astăzi circa 45% din total nu pare probabilă, datorită calităţii materialelor şi manoperii cerute pentru asemenea lucrări în urma utilizării presiunilor mari şi temperaturilor înalte. Costurile de întreţinere sînt totuşi invers proporţionale cu producţia. La centrale pe bază de cărbuni, întreţinerea cazanului şi a instalaţiei de alimentare cu combnst bil se cifrează la circa 60% din totalul costurilor de întreţinere. La centrale pe bază de păcură, procentul respectiv este ceva mai redus şi la cele cu gaze naturale şi mai scăzut.

Costurile de producţie pentru combustibil

Costul combustibilului se ridică la circa 50—80% din totalul costurilor de producţie. Tot în fig. 2, sînt indicate costurile de combustibil pe întreaga ţară, precum şi la unitatea cea mai eficientă.

Utilizînd combustibili convenţionali, cărbuni, păcură sau gaze naturale, nu sînt posibile decît două căi pentru reducerea costurilor de combustibil pe kWh produsă şi anume :

— reducerea costurilor combustibilului şi

— construirea unor centrale cu un randament termic mai ridicat.

Costul cărbunelui reprezintă circa 65% din costurile energiei termoelectrice produse anual, şi după indicaţiile actuale îşi va păstra preponderenţa între ceilalţi combustibili. Costul cărbunelui include pe cel al transportului pe cale ferată, apă sau camion în afară de puţinele cazuri, cînd centrala este aşezată lîngă mină. Costul transportului echivalează, sau chiar depăşeşte, costul cărbunilor la mină. In această situaţie, cu toate că centralele electrice sînt principalii consumatori de cărbuni, ele nu pot face mare lucru în materie de reducere a costurilor combustibilului, în afară de ceea ce poate fi realizat prin construirea şi exploatarea unor centrale cît mai eficiente în ce priveşte combustibilul. Economiile realizate la transport, prin amplasarea la sursă, trebuie comparate cu costul transmiterii energiei la consumatori.

In unele regiuni pe litoral, păcura extrasă din mare elimină cărbunii şi în Florida tarifele de cale ferată barează de-a dreptul utilizarea cărbunilor, obligînd să se folosească păcura. In alte regiuni, cu zăcăminte de gaze naturale, acest combustibil nu poate fi concurat de cărbuni şi păcură.

In fig. 3, 4 şi 5 se arată variaţia costului combustibilului livrat unor centrale termoelectrice, în cenţi pe milion kcal pentru fiecare din combustibilii utilizaţi. Variaţia preţurilor este concludentă şi este greu a face previziuni asupra evoluţiei viitoare.

Gazele naturale vor fi din ce în ce mai puţin disponibile pentru utilizare în centrale de energie.

Din cauza abundenţei sale, cărbunele va

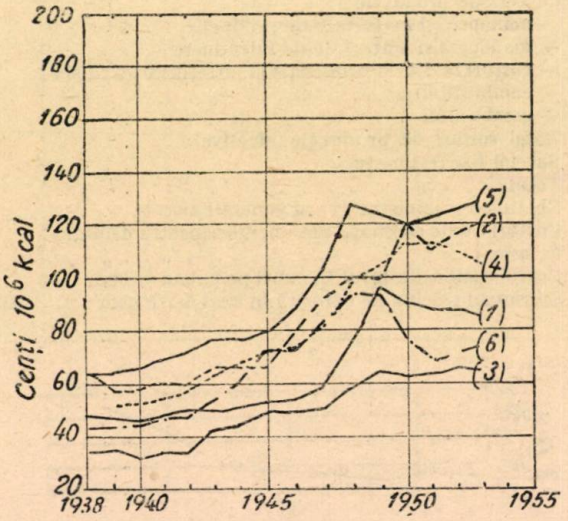


Fig. 3. Variaţia costurilor specifice pentru cărbuni bituminoşi arşi în centrale moderne, în cenţi/10^6 kcal consumate, inclusiv costuri de manipulare :

Centralele se află : *1*—aproape de mina Illinois, c. f. ; *2*—aproape de Chicago, c.f. ; *3*—la gura minei Ohio ; *4*—aproape de mine, Utah ; *5*—pe lacul Michigan c.f. şi pe apă ; *6*—la gura minei Alabama.

rămîne principalul combustibil. Reducerea costurilor de extracţie şi de transport constituie două necunoscute. In unele cazuri transportul pe căile navigabile interne poate interveni în

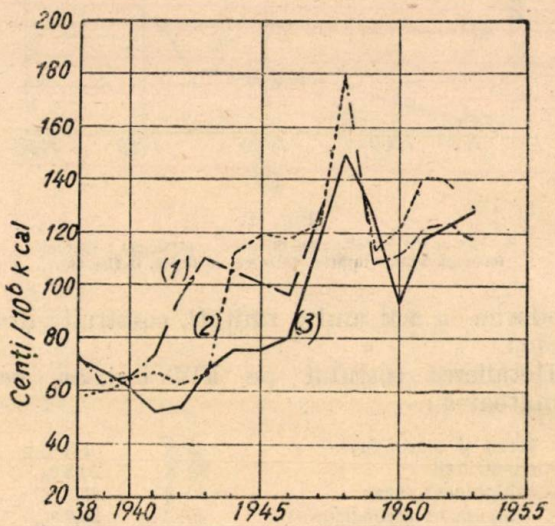


Fig. 4. Costuri specifice pentru păcură de ars în cenţi/10^6 kcal consumat, inclusiv costuri de manipulare :

Centralele se află : *1*—Florida port ; *2*—Massachusetts port ; *3*—California port.

considerare în măsură sporită, dar căile ferate rămîn principalul mijloc de transport. Se studiază transportul cărbunelui prin conducte,

eventual realizabil pe parcursuri scurte, dar nu s-a construit încă nici o asemenea conductă.

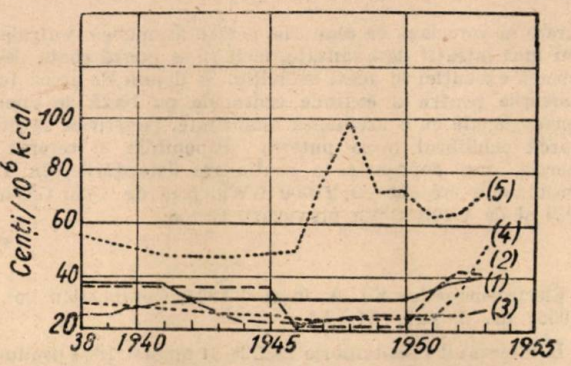


Fig. 5. Costuri specifice pentru gaze naturale arse în centrale cu abur moderne se află în cenți/10^6 kcal consumate:
Centralele se află în: 1 și 2—Texas, zona de gaze; 3 și 4—Louisiana, zona de gaze; 5—California, aproape de zona de gaze, consumă și păcură.

Progrese tehnologice. Datorită creșterii vertiginoase a necesarului de energie, s-a realizat dublarea indicelui de exploatare față de cel de acum 30 ani. Cea mai importantă realizare din punct de vedere ingineresc a ultimilor 50 ani este continua descreștere a cantității de combustibil necesare pentru producerea unei kWh.

Evoluția ultimilor 50 ani se poate constata din următ arele date:

Primul turbogenerator de 5 000 kW, pus în funcțiune în 1903 într-una din cele mai mari centrale din acel timp, avînd o putere instalată de 25 000 kW cu abur de 14 at și 220 °C, consuma circa 19 000 kcal/kWh. Astăzi centralele cele mai mari au 600—1 000 MW putere instalată, cu unități de 150—200 MW. Există circa 70 unități totalizînd 11 500 MW instalați recent sau în construcție în 37 centrale. Unități și mai mari sunt luate în considerare pentru viitorul apropiat. Parametrii uzuali ai aburului sînt acum 140 at și 565°C cu o singură treaptă de supraîncălzire intermediară. Asemenea centrale consumă circa 2 260—2 520 kcal/kWh.

In construcție se găsește o unitate experimentală de 125 MW, care va lucra cu abur la 317 at și 625°C de la care se așteaptă să producă o kWh cu circa 2 142 kcal/kWh.

Mărimea optimă a unităților viitoare apare să fie de 350 MW. Recent a fost contractată o instalație pentru o unitate de 275 MW, care va lucra cu abur de 350 at și 650°C cu două trepte de supraîncălzire intermediară la 572°C. Această centrală trebuie să consume numai 2117 kcal/kWh, probabil valoarea optimă a randamentului termic realizabil în viitorii 5 ani.

Progresul realizat în decurs de jumătate de secol în producția energiei electrice pe bază de abur, rezultă din următoarele date:

Consum specific	kcal/kWh	Randament termic %
1903—4	19 000	4,5
1952—3	2 360	36,7
1956—8	2 142 estimat	40,1

Datele progresului randamentului termic, realizate din 1952 pînă azi sînt arătate în fig. 6,

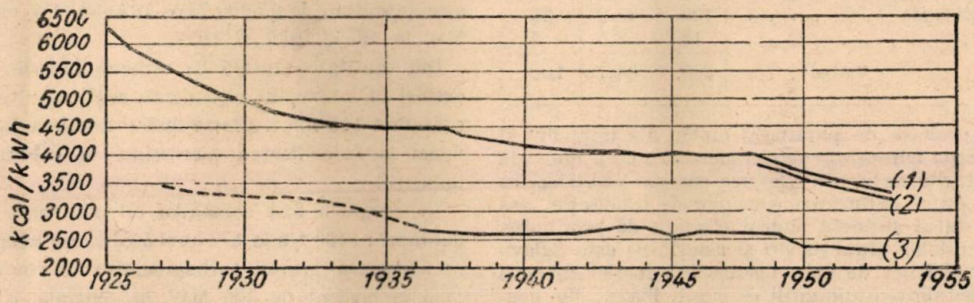


Fig. 6. kcal/kWh netă produsă la toate întreprinderile particulare sau publice:
1—SUA; 2—EEI; 3—kcal/kWh netă, centrala cea mai eficientă.

Randamentul termic a crescut în ultimii 50 ani cu circa 70%, creșterile viitoare apreciate ca posibile sînt de numai 10%.

Progresele realizate se datoresc în mare măsură îmbunătățirii oțelurilor și oțelurilor aliate, pentru a rezista la temperaturile și presiunile crescînde. Mari progrese au fost realizate și în tehnica căldurii. Dar progresele nu se rezumă numai la cazan, turbină și instalațiile anexe. Tot atît de remarcabile sînt progresele realizate în proiectarea, execuția și exploatarea generatorilor, care au contribuit în mare măsură la reducerea costurilor de investiție și de producție.

V. B.

Energetica generală

Prevederile bugetare ale Direcţiei energiei hidraulice, (din Suedia), O.Z.E., an 9 (1956), nr. 3, pag. 91.

Potrivit comunicării 135 a Asociaţiei Suedeze de energie hidraulică au fost alocate următoarele sume pentru extinderea reţelei energetice a Suediei (centrale şi linii de înaltă tensiune de 380, 220 şi 130 kV):

Anul bugetar	Milioane cor. sued.	Milioane dolari
1953/54	330	63,8
1954/55	335	64,75
1955/56	337	65,2
1956/57	335	64,75

Dotaţia pe anul bugetar curent are următoarea defalcare:

Felul lucrării	Mil. cor. sued.	Mil. dolari S.U.A.	%
Centrale termoelectrice	39	7,54	11
Centrale hidroelectrice	151	29,2	45
Amenajări pentru regularizarea acumulării	13	2,5	4
Reţele şi staţii trafo	120	23,2	36
Diverse	12	2,3	4
Total	335	64,75	100

Mijloacele aprobate de parlament provin din impozite şi se pun la dispoziţia Direcţiei energiei hidraulice cu o dobîndă de 3,5%. Veniturile nete din vînzarea energiei electrice, se varsă statului, după deducerea costurilor de producţie, aşa că propriu zis statul suportă numai costurile de producţie. Personalul centralelor (funcţionari şi muncitori) este salarizat după un tarif fixat de stat. Cheltuielile Direcţiei energiei hidraulice sînt detaliate amănunţit de buget. Planul de construcţii prevede următoarele lucrări:

Felul lucrării	Puterea instalată MW	Producţie anuală GWh	Cost total de investiţii		Cost specific			
					Putere/kW		Energie/kWh	
			10^6 cs	10^6 $	cs	$	cs	$
Centrale termoelectrice								
Stenungsund	280		173	33,4	620	120		
Västervik	40		16	3,0	400	77		
Centrale hidroelectrice								
Järkvissle	85	420	74	14,3	875	169	0,18	0,036
Langbjörn	80	390	73	14,1	910	176	0,19	0,034
Stornorrfors	375	2200	205	39,5	545	105	0,09	0,017
Porsi	135	900	110	21,2	815	157	0,12	0,024

La aprecierea costurilor specifice trebuie ţinut seama de faptul că centralele Stornorrfors (pe Umeälv) şi Porsi (pe Luleälv) se găsesc la circa 600, respectiv 1 000 km de centrul de greutate a consumului, şi că sînt grevate de costuri de transmitere apreciate de Direcţia Energiei la cor. sued. 4,5/kW an /100 km ($ 0,87).

În programul de reţele, primul loc îl ocupă extinderea sistemului de 380 kV cu circa 900 km.

De remarcat este faptul că în bugetul pe anul 1956/57 nu au fost prevăzute sume pentru centrale atomoelectrice, deoarece se apreciază că planurile pentru asemenea centrale nu sînt încă întrutît de avansate, încît să se poată conta pe începerea execuţiei în acest exerciţiu. Se depun de aceea toate eforturile pentru a extinde centralele pe bază de energie convenţională cu o asemenea intensitate, pentru ca să nu se piardă echilibrul între puterea disponibilă şi cererea de energie, care depăşeşte în continuare aşteptările (în 1955 consumul a crescut cu 2 000 GWh, faţă de 1450 GWh în 1954 şi de 1 200 GWh prevăzut). E 168

v. b.

Electroenergetica S.U.A. în anul 1954, Combustion vol. 26 (1955) nr. 7 pag. 51–54.

În intervalul 1 septembrie 1953 la 31 august 1954 producţia de energie electrică a atins 530 mrd kWh, crescînd cu 5,8% faţă de anul precedent. Puterea instalată a centralelor de utilitate publică însuma în august 1954 circa 98 000 MW faţă de circa 88 000 MW în anul precedent, iar a centralelor industriale şi a întreprinderilor de transporturi circa 16 000 MW. În anul 1954 au intrat în funcţiune 172 de unităţi noi cu o putere de circa 12 000 MW, în timp ce alte 21 000 MW erau în construcţie sau comandaţi la 1 octombrie 1954. Vîrful de sarcină preliminînd pentru decembrie 1954 era de 87,3 MW iar rezerva disponibilă de 19,3%. În regiunile din sud instalaţiile de climatizare fac ca vîrful de vară să fie foarte apropiat de cel de iarnă.

În ceea ce priveşte dezvoltarea viitoare, se apreciază că în intervalul 1954–1957 vor intra în funcţiune 456 unităţi noi, însumînd o putere de 37 000 MW. Vîrfurile de sarcină aşteptate fiind de 95 900 MW, 102 450 MW respectiv 109 100 MW în 1955, 1956 şi 1957.

Din cantitatea totală de cărbune superior de 390 mil. t extraşi în intervalul considerat, centralele termoelectrice au consumat 115 mil.t. Creşte însă şi folosirea lignitului la gura minei şi valorificarea pierderilor de căldură în diferitele industrii.

De curînd a fost comandat cel mai mare cazan de abur din lume: 1400 t/h la 172 at şi 565°C care urmează a alimenta de asemenea grupul turbogenerator cel mai mare realizat pînă în prezent de 300 MW, în centrala River Rouge.

E 169 i.s.

Energia solară, Farrington Daniels Electr. Engin. vol. 74 (1955) pag. 959–961.

Se arată interesul prezentat prin folosirea energiei solare pentru economisirea de combustibil; se indică o maşină cu abur instalată în Egipt de 75 ani în care se vaporizează apă cu ajutorul unei oglinzi parabolice. Se descrie principiul de funcţionare al acumulatoarelor de căldură cu suprafaţă plană folosită în S. U. A. pentru încălzirea locuinţelor şi pentru cercetări în legătură cu problema acumulării energiei solare. Se menţionează şi posibilităţile folosirii energiei

solare pentru acţionarea maşinilor frigorifice, pentru încălzirea aparatelor de bucătărie şi distilarea apei de mare. În continuare se arată cercetările întreprinse în Franţa pentru construirea cuptoarelor solare cu temperatură înaltă şi cele din S.U.A. pentru punerea la punct a celulelor helioelectrice care transformă direct energia solară în energie electrică. E 170 *n.p.*

Instalaţii solare de mare putere, Baum V. A., Apari'si R. R. şi Garf B. A. ,Teploenergetica nr. 6 (1956) pag. 31—39.

Folosirea energiei solare în scopuri energetice în regiunile cu condiţii climatologice corespunzătoare este una din problemele de bază ale cercetătorilor de la laboratorul Heliotehnic al Institutului Energetic al Academiei de Ştiinţe din U.R.S.S.

În articol se descrie posibilitatea de-a mări considerabil puterea unei instalaţii solare, folosind în loc de oglinzi paraboloidice oglinzi plane standardizate, după metoda lui N.V. Liniţchi.

Instalaţia solară descrisă în articol are 1295 oglinzi cu o suprafaţă de 19395 m². Sarcina termică ajunge pînă la 100 kcal/h ceea ce depăşeşte de 80 ori instalaţiile solare cu oglinzi paraboloidice. Parametrii aburului sînt 30 — 35 ata şi 400°C.

Asemenea instalaţii pentru regiunile cu climă favorabilă (ca de exemplu Taskent, Alma-Ata, etc) pot produce 25 700 t abur pe an cu parametri 35 at şi 400°C.

Se ajunge la concluzia că în anumite condiţii, unde preţul combustibilului convenţional depăşeşte 170 de ruble (Asia Centrală) este avantajos să se construiască centrale solare pentru diferite scopuri ca : irigaţia solului, producerea gheţii vara şi încălzitul locuinţelor iarna. E 171 *g.c.*

Experienţă în Suedia cu consumul inutil de energie electrică Energie München vol. 7 (1955) nr. 11 pag. 468.

Cu ocazia unui interview radiodifuzat al conducătorului oficiului pentru forţele hidraulice, vorbitorul a adresat într-o duminică seară un apel către ascultători, rugîndu-i să inspecteze toate camerile locuinţei lor şi să deconecteze orice consum inutil de energie electrică. Într-un răstimp de 5 minute în camera centrală de supraveghere a oficiului, aparatele de măsură au indicat o scădere a consumului pe întreaga Suedie de 75 000 kW. S-a eliberat astfel o putere electrică corespunzătoare alimentării complete a unui oraş de 370 000 locuitori ca Goteborg şi cu 65 000 locuitori ca Uppsala. E 172 *i.s.*

Perspectiva alimentării industriei cu energie electrică în Austria, Stahl R., Oe.Z.E., vol. 9 (1956), nr. 5, pag. 197—8

La Asociaţia consumatorilor de energie din Austria s-a ţinut în martie a.c. o conferinţă privind perspectivele alimentării cu energie a industriei, al cărei extras formează articolul recenzat. O avarie a sistemului interconectat al Austriei, provocată de ger care a dus la întreruperea furnizării energiei electrice pe întreaga ţară, a arătat faptul că sistemul interconectat Austriac lucrează fără rezerve în timpul sarcinilor mari. Autorul analizează posibilităţile de a face faţă sarcinilor aflate în creştere deosebit de rapidă în Austria, ajungînd la următoarele concluzii :

1. Pe termen lung, singura soluţie economică justificată este extinderea amenajărilor hidroelectrice, pentru exploatarea surselor primare în care Austria este bogat dotată.

2. Volumul relativ mare de investiţii în sectorul energetic necesitat de Austria este determinat de ponderea mare a investiţiilor hidroenergetice cu costuri specifice a kW instalat mai ridicate.

3. Realizarea cu forţe proprii a programului de investiţii necesar pentru a ţine pasul cu creşterea consumului de energie afectează o cotă parte din venitul naţional mai mare decît admisibilă. Se impune de aceea o colaborare europeană pe bază internaţională.

4. Pînă la realizarea programului de construcţii de centrale, resursele austriei în petrol şi gaz natural limitate cantitativ şi în timp, pot constitui un mijloc de a trece peste penuria de capital actuală, reducîndu-se volumul de fonduri necesare.

În cazul cînd Austria ar realiza mărirea puterii instalate în sectorul termoelectric cu forţe proprii, şi s-ar continua extinderea în sectorul hidroenergetic pe bază internaţională, s-ar crea condiţiile ca Austria să preia asupra sa centralele hidroelectrice în momentul cînd partenerii străini vor putea să se concentreze asupra centralelor atomoelectrice.

Indici de investiţii energetice, realizaţi în Austria : kW instalat în centrale hidroelectrice : 7000—12000$(corespunzînd la 1 620—2 770 lei)

kW instalat în centrale termoelectrice cu cărbuni : 4 000—— 5 000$(coresp. la 920—1 150 lei) cu gaz natural şi păcură : 3 000—3 500 $ (690—810 lei)

Cifrele în paranteză sînt în lei la paritate. E 173 *v.b.*

Termoenergetică

Stadiul tehnicii în construcţia centralelor termoelectrice în anul 1955 (Engineering and boiler house review), vol. 71, nr. 2 şi 3, februarie şi martie 1956.

Articolul prezintă echipamentul montat în centralele aparţinînd „Central Electricity Authority" din Marea Britanie, cît şi ultimele realizări ale industriei energetice britanice destinate pieţii interne şi exportului.

Se arată că în cursul anului 1955 s-au montat 39 turboagregate totalizînd 1817,5 MW şi 12 motoare Diesel totalizînd 21 MW .

În ultima perioadă randamentul net mediu al centralelor termoelectrice a crescut de la 20,97% (1947—48) la 23,40% (1953—54) şi la 23,85% (1954—55).

Majoritatea grupurilor turbogeneratoare montate sînt de 60 MW. S-au construit deasemeni agregate de 100 şi 120 MW. Este în curs de execuţie o centrală electrică echipată cu 5 agregate de cîte 200 MW. Cazanele acestei centrale vor avea un debit unitar de 635 t/h.

În ceea ce priveşte parametrii aburului, s-a generalizat presiunea de 170 ata. şi temperatura de 570°C. Agregatele de 200 MW sînt prevăzute cu supraîncălzire intermediară la 540°C.

Se menţionează că majoritatea construcţiilor de turbine sînt în 2 pînă la 3 corpuri (turbine de 30 MW în două corpuri, de la 60 MW în sus în trei corpuri).

Sînt citate deasemeni construcţii de turbine de gaze cu puteri între 2,5 MW şi 15 MW. E 174 *ad.b.*

Randamentele centralelor termoelectrice din S.U.A., (Energohoziaistvo za rubejom) nr. 1/1956, pag. 55—56 după El. World (1955), 17 oct.

Cea mai economică centrală termoelectrică americană Canana, înzestrată cu turbine de cîte 200 MW la 146 ata şi 565°C, cu supraîncălzire intermediară pînă la temperatura iniţială a funcţionat în 1953 cu un randament de 36,9%. In 1954 acest randament nu a fost depăşit.

Intre primele 10 centrale termoelectrice din S.U.A. figurează numai centrale ce funcţionează cu combustibili solizi cu un randament de 35% şi mai mare.

Între aceste 10 centrale figurează şi centrala electrică cu ciclu binar mercur — abur, al cărei randament a fost în 1953 de 35,7%. E 175 *g.c.*

Ameliorarea randamentului centralelor cu abur prin combinarea de cicluri gaze-abur sau aer-abur, Gourdet G., Chal. Industr. ,vol. 35 (1954), pag. 313—323.

Principalele progrese atinse în ultimii 30 ani în tehnica folosirii raţionale a căldurii au ca ideie comună de bază cercetarea ciclurilor celor mai apropiate cu putinţă de reversibilitatea ideală. Acest obiectiv conduce inevitabil la spe-

cializarea schimbărilor şi evoluţiilor după nivelele de temperatură, de exemplu prin asocierea ciclurilor aer-abur sau gaze-abur. Combinaţiile la care se pretează turbina cu gaze sînt în stare să îmbunătăţească folosirea combustibililor. Sînt semnalate în acest scop trei tipuri de instalaţii: 1) instalaţie cu turbină cu aer sau cu gaze care eşapează într-un cazan ce alimentează o turbină cu abur în contrapresiune. Puterea generatorilor celor două turbine este aceeaşi; 2) instalaţie cu turbină cu aer sau cu gaze lucrînd pe un cazan ce produce abur numai pentru încălzire; 3) instalaţie cu turbină de aer sau gaze ce eşapează în focarul unui cazan ce produce abur pentru o turbină cu condensaţie (de exemplu o instalaţie gaze-abur de putere de 100 MW atinge un randament general de 40%). Pentru instalaţii puternice de felul 3) se reduce timpul de pornire de la 6—12 ore la 10—30 minute. Sînt date şi alte aplicaţii ale turbinelor cu gaze în cicluri complexe. E 176 *n.p.*

Supraîncălzirea aburului viu la maşini de contrapresiune, L a n g, M. Allg. Wärmetechn., vol 5 (1954), p. 213—15 cu rezumat în BWK, vol. 8 (1956), nr. 5, p. 232.

Articolul este o contribuţie la problema determinării temperaturii optime de supraîncălzire la maşini cu contrapresiune.

Pornind de la parametrii aburului de 50 at. şi 500°C, faţă de parametrii de 50 at şi 400°C, şi destinzînd aburul pînă la presiunile de 20 at, 4 at, o,05 at se obţine o mărire a căderii adiabatice, datorită divergenţei izobarelor cuprinsă între 12 şi 57 kcal/kg.

Dacă destinderea se face de la 50 at. la 30 at., mărirea căderii adiabatice este minimă. Rezultatele se pot transpune la situaţia reală, considerînd evoluţia politropă în turbină, în care caz alura curbelor se modifică puţin.

Temperatura de intrare a aburului se alege dintr-un punct de vedere astfel, încît la ieşirea din turbina de contrapresiune să existe o uşoară supraîncălzire.

Temperatura economică este o problemă de optim tehnic-economic. Creşterea temperaturii cu Δt ridică investiţia cu ΔK., deci $\Delta K = \frac{\delta K}{\delta T} \Delta T$.

Notînd cu: Δi creşterea căderii de căldură, B costul combustibilului, η randamentul termic, ρ factorul de valoare economică al energiei (acestea arată de cîte ori este mai importantă din punct de vedere economic energia electrică faţă de energia combustibilului) se poate scrie:

$$\Delta T \leq \Delta i \cdot B \, \eta \, (\rho - 1) \frac{\delta T}{\delta K}.$$

Întrucît valoarea lui ρ este variabilă de la caz la caz, ecuaţia are un grad de aproximaţie. Totuşi relaţia dă o vedere de ansamblu asupra factorilor care conduc la ridicarea temperaturii optime de supraîncălzire şi anume: creşterea căderii de entalpie, creşterea preţului combustibilului, creşterea randamentului, creşterea factorului de valoare economică a energiei, reducerea sporului de investiţii. $\frac{\delta K}{\delta T}$ în funcţie de temperatură. E 177

c.m.

Turbine cu gaze de mare putere, (Energohoziaistvo za rubejom), nr. 1/1956, pag. 55—56, Din BBC Mittlg. (1955) X

La uzina Brown-Boweri s-a construit o turbină cu gaze de o putere de 22,5/25 MW pentru centrala de vîrf Lavorna (Italia) şi acum se construieşte încă un asemenea grup.

Grupuri asemănătoare sînt comandate pentru centrala de vîrf din Roma şi pentru centrala din Karacase (Venezuela).

Pentru centrala Edmonton (Canada) se construieşte acelaşi tip de turbină însă din cauza temperaturii joase a aerului înainte de compresor, puterea pentru perioada de iarnă creşte la 30 MW.

Temperatura iniţială a gazelor este de 650°C iar randamentul garantat al instalaţiei este de 28%. Centrala va lucra pe păcură. E 178

g.c.

Probe la cazane şi grupuri turbogeneratoare în centrale la „Central Electricity Authority" H o r s m a n H. S., Engineering and boiler house review", aprilie 1956.

Se arată organizarea probelor ce se execută în centralele naţionalizate din Anglia. Probele sînt executate de brigăzi complexe de specialişti termoenergeticieni ajutaţi de specialişti în măsuri termice şi electrice.

Se disting probele de recepţie şi probele de exploatare.

Probe de recepţie amănunţite se fac numai la tipuri noi de turbine. La celelalte turbine de acelaşi tip se fac măsurători de presiune şi temperaturi ale aburului în diferite puncte din turbină şi o probă de consum specific la o singură sarcină, cu variaţia vidului.

Articolul dă cîteva indicaţii asupra aparatajului termotehnic utilizat la probe, în special asupra celui de măsură a temperaturilor.

Probele nu se fac decît dacă se observă fenomene anormale în agregate. În mod periodic se pune agregatul la condiţiile nominale şi se compară cu datele de recepţie. În caz de diferenţe apreciabile se apelează la brigăzile complexe pentru executarea probelor de exploatare.

În ultimul timp se acordă mare importanţă probei de cădere de sarcină la maşinile noi. Această probă se face la 40 — 50% din sarcina nominală şi apoi la 100%. În cursul exploatării proba se face numai la 40—50% din sarcină şi rezultatul se extrapolează.

Privitor la probele de cazane, articolul face o analiză comparativă a probei de randament pe cale directă cu cea pe cale indirectă, arătînd că cea din urmă este mai precisă dar încă insuficient introdusă în Anglia.

O mare importanţă se dă în ultimul timp probelor de focar cu ajutorul cărora se stabileşte regimul optim al focarului la diverse sarcini.

Se indică rezultatele obţinute prin probe la un număr destul de mare de turbine şi cazane. De asemenea se dau recomandări asupra punctelor de măsură la cîteva cazuri mai neobişnuite. E 179 *a.b.*

Încărcarea rapidă a centralelor termoelectrice, T h o m a s K., H u b e r, (Combustion, S.U.A, ianuarie 1956).

Problema încărcării rapide a centralelor termoelectrice se pune din ce în ce mai pregnant pe măsură ce se construiesc unităţi din ce în ce mai mari.

Înainte de montarea unui agregat de 300 MW în sistemul Detroit Edison, s-au făcut probe care trebuiau să indice care este fenomenul ce are loc în cazul căderii unei puteri mari din sistem. În acest sistem grupul cel mai mare existent este o turbină de 150 MW. Probele s-au făcut la golul de sarcină, atunci cînd o creştere bruscă de sarcină duce la perturbaţiile cele mai accentuate în echilibrul termic al centralei.

S-a fixat ca limită de încărcare bruscă, acea putere care duce la scăderea presiunii aburului din centrala respectivă cu 5%. În acest sistem marea majoritate a turbinelor au un regulator de siguranţă care declanşează turbina la o scădere a presiunii aburului cu 10%, pentru a o proteja de lovituri de apă. Probele s-au făcut pe agregate cu puteri variind între 50 şi 125 MW. Încărcarea a variat ca timp între 20 şi 60 s. S-a constatat în aceste condiţii că la golul de sarcină de 570 MW, sistemul poate încărca 275 MW cu o scădere de presiune a aburului admisibilă de 5%.

Sînt în pregătire noi probe care vor avea ca criteriu de limitare a încărcării, posibilităţile supraîncălzitorului de a menţine temperatura admisibilă şi nivelul maxim de apă în tamburul cazanului. Se va ţine seama de felul cum lucrează instalaţia de automatizare a cazanelor cît şi de capacitatea termică a cazanelor.

Articolul arată de asemenea cîteva consideraţii asupra măsurilor ce trebuie luate într-un sistem pentru a permite o încărcare bruscă fără să ducă la deranjamente. E 180

ad.b.

Consideraţii asupra pornirii rapide a cazanelor de înaltă presiune. (Engineering and boiler house review), vol. 71, nr. 2, februarie (1956).

Articolul sintetizează materialul apărut în presa tehnică americană din 1953 pînă în prezent, în privinţa pornirii

rapide a cazanelor de înaltă presiune. Se compară diversele tipuri de cazane d n punct de vedere al comportării la porniri rapide. Se arată care sînt parametrii şi elementele care trebuie urmărite cu atenţie la porniri rapide şi care sînt valorile limită admisibile. Se afirmă că pornirile rapide duc la dilatări uniforme ale elementelor cazanului, ceea ce reprezintă un element important.

Analizînd pornirea cazanelor cu circulaţie naturală, se arată că, construcţia acestor cazane nu favorizează pornirile rapide din cauza circulaţiei reduse la pornire şi a dimensiunilor mari ale tamburilor.

Pentru oarecare remediere se recomandă montarea unei pompe de circulaţie care funcţionează la porniri.

Cazanele cu circulaţie forţată într-un singur flux nu sînt nici ele recomandabile pentru pornirile rapide, din cauza fenomenului de pulsaţie ce se produce la pornire, cît şi din alte cauze. O ameliorare constă în montarea de colectoare intermediare pe drumul amestecului apă-abur, cît şi o pompă pentru circulaţie parţială.

Cele mai favorabile dintre construcţiile de cazane pentru porniri rapide sînt cazanele cu circulaţie forţată (tip La Mont).

E 181 *ad. b.*

Cazanul cu circulaţie forţată, Armacost W. H., Combustion, vol. 25 (1954), nr. 7, pag. 38/44 cu rezumat în BWK vol 8 (1956), nr. 5 pag. 232.

Primul cazan cu circulaţie forţată s-a instalat în S.U.A. la centrala Somerset anul 1942, avînd caracteristicile 295 t/h, 140 at., 520/400°C.

Prin introducerea la acest cazan a unui separator centrifugal de abur s-au putut înlătura în mare parte impurităţile antrenate în abur. După război, primul cazan cu circulaţie forţată pus în funcţiune a fost la centrala Chesterfield cu caracteristicile 340 t/h, 105 at, 540/540°C. Un cazan similar din punct de vedere constructiv, cu caracteristicile 435 t/h, 187 at, 595/565°C s-a montat la centrala Kearny. Pentru a reduce solicitările datorite temperaturii, pompele de circulaţie s-au montat la acest cazan libere, pe o bară colectoare comună.

Ecranele de ţevi s-au realizat de formă continuă, între ţevi sudîndu-se aripioare de tablă. Diametrul ţevilor a fost de 30 la 37 mm aşa încît greutatea cazanului şi volumul de apă s-au menţinut în limite coborîte.

Grosimile mici ale pereţilor au condus la diferenţe de temperatură scăzute între partea exterioară şi interioară a ţevii. Această valoare atinge 13°C pentru grosimile pereţilor ţevilor conform standardelor americane. Folosirea ţevilor de diametru mic realizează deasemeni ecrane de formă foarte plată pe care sgura şi cenuşa sburătoare se depun mai greu.

E 182 *c.m*

Reglarea parametrilor aburului şi a capacităţii de acumulare a cazanelor, Paramonov A. F. Electriceskie Stanţii, nr. 3 (1956), pag. 12—19.

Toate elemente'e schemei termice ale centralelor termoelectrice de pe întreg parcursul tehnologic începînd cu focarul şi pînă la condensatorii turbinelor, au importante proprietăţi de acumulare termică.

Datorită acestei proprietăţi, instalaţiile acumulează sau cedează surplusul de energie termică, urmînd ca procesul să se inverseze imediat ce au intervenit sistemele de reglare a procesului tehnologic.

Capacitatea de acumulare termică a elementelor schemei termice, poate completa raţional folosită, în mare măsură reg'area acestora şi contribui la menţinerea bilanţului de energie în schemă.

Autorul articolului arată posibilităţi'e teoretice de folosire a capacităţii termice de acumulare a cazanelor de abur (focar, tamburi, supraîncălzitor etc). Consideră că parametrul de bază pentru determinarea capacităţii termice de acumulare este viteza de schimbare a temperaturii elementului în timp $\frac{\Delta t}{z}\ \frac{°C}{min}$.

În încheiere, se ajunge la concluzia că reglarea parametrilor de bază ($P_0 t_0$) la centrale'e termoelectrice pe întreaga centrală, rezolvă numai parţial problema folosirii capacităţii de acumulare termică. Reglînd fiecare agregat în parte şi mai mult, fiecare e'ement separat al agregatului, problema poate fi rezolvată în întregime. E 183

g. c.

Rezultate de exploatare la focare cu evacuarea lichidă a cenuşii, Spennemann L., Elwirtschaft, vol. 54 (1955), nr. 22 pag 761—768, 15 fig., 19 ref. bibl.

În ultimii ani s-au construit în Germania în număr din ce în ce mai mare, cazane cu focare la care cenuşa şi zgura sînt evacuate în stare lichidă, topită. După nişte cazane experimentale de acest tip, apărute în 1930, desvoltarea noului focar a început înainte de război, continuînd apoi după 1948. Dezvoltarea actuală rapidă se datoreşte avantajelor de exploatare, tehnice şi economice, pe care le prezintă noul tip de focare. În primul rînd ele asigură o separare mult mai bună, sub formă de granule, a cenuşii din gazele arse, permiţînd eventual şi granularea cenuşii zburătoare de la alte cazane, mai vechi, ale aceleiaşi întreprinderi. În al doilea rînd, creşte randamentul cazanului: conţinutul de nearse în cenuşă şi zgură coboară practic la 0 şi pierderile prin gazele arse sînt mai mici. Deşi o parte din creşterea de randament se pierde printr-o mărire a consumului propriu şi prin pierderile de căldură în cenuşa şi zgura topită, totuşi randamentul focarelor cu evacuarea lichidă a cenuşii e superior celorlalte focare, iar curba randamentului în funcţie de sarcină este mai plată.

Ca forme constructive se disting trei tipuri principale: 1) focare deschise; 2) focare închise, prevăzute cu un grătar de captarea zgurii la trecerea spre suprafeţele de radiaţie şi 3) focare ciclon.

În aceste focare proiectate corespunzător de la caz la caz, se pot arde combustibili cu 8—40% conţinut de volatile şi cu conţinut de cenuşă de 5—50%. Deasemenea nici conţinutul de apă nu produce dificultăţi. În general, cărbunele este uscat în moară. Gradul de colectare a cenuşii în primul drum de gaze, care la focarele obişnuite este de ordinul 10%, este la focarele de tip 1 şi 2 între 35—70%, la focarele ciclon între 75—85%.

Temperaturile în focar sînt între 1600—1750°C pentru tipurile 1 şi 2 şi între 1800—1900 °C pentru tipul 3. Încărcarea specifică a focarelor de tip 1 este 0,6. 10^6 kcal/m³ h, la tipul 2 de o,8—9, 9.10^6 kcal/m³ h şi 1,5—3,0.10^6 kcal/m³ h, la tipul 3.

Sarcina minimă, determinată de menţinerea temperaturii de topire a cenuşii şi zgurii, este funcţie de conţinutul de volatile a cărbunilor. Cel mai avantajos se comportă focarele ciclon la care se poate cobori pînă la 30—50% din sarcina normală.

La fel de important ca sarcină minimă este problema depunerilor pe suprafeţele cazanului. Se utilizează suflătoare cu abur sau cu aer comprimat, dispozitive de scuturare, stropirea cu apă, sau ploaia de bile care au dat rezultate foarte bune în ultimii ani. Se ajunge la timpi de funcţionare fără revizii de peste 10 000 ore. E 184

m. a.

Funcţionarea separatorilor centrifugali de praf de cărbune, Kiselgof M. L. , Elektriceskie Stanţii, nr. 2 (1956), pag. 5—13.

Siguranţa funcţionării şi economia instalaţiei de preparare a prafului de cărbune la centralele termoelectrice depinde în mare măsură, de construcţia şi de justa alegere a dimensiunilor separatorilor de praf de cărbune.

În articol sînt prelucrate o serie de date experimentale în legătură cu funcţionarea separatorilor de praf, din care autorul trage concluzii practice în legătură cu îmbunătăţirea construcţiei şi alegerea raţională a acestora.

Întrucît funcţionarea separatorilor de praf este strîns legată de funcţionarea morilor, la studierea caracteristicilor s-a ţinut seamă şi de influenţa acestora.

Se ajunge la concluzia că reglarea separatorilor de praf de cărbune este posibilă reglînd regimul de funcţionare al morilor cu bile. E 185

g. c.

Inlocuirea ejectoarelor de abur cu pompe mecanice de vid, Energohoziaistvo za rubejom nr. 1 (1956) pag. 56, după Power Engineering, 1955 XI.

La o serie de centrale electrice mari din S.U.A., cu turbine de 110—180 MW ejectoarele de abur ale turbinelor au fost înlocuite cu pompe mecanice de vid de tip rotativ.

Pentru turbinele de 110 MW sînt instalate două pompe cu electromotoare de cîte 40 CP.

Pompele pot asigura un vid de 97% şi s-au dovedit sigure în funcţionare. Ca avantaj principal al acestei înlocuiri este posibilitatea de a renunţa la abur viu necesar ejectoarelor şi micşorarea pierderilor termice. E 186

g. c.

Oprirea scăpărilor de abur la instalaţiile în funcţiune, Combustion and boiler house engineering, Anglia, martie (1956).

Se prezintă o nouă metodă de oprire a scăpărilor de abur la instalaţii în funcţiune, atît în cazul crăpăturilor sau porilor cît şi în cazul flanşelor neetanşe. Metodele utilizate pînă acum, sudura autogenă sau electrică, nu au dat satisfacţie.

De asemenea injectarea de aliaje în crăpătură nu a dat totdeauna rezultate.

S-a fabricat un produs nemetalic „Furmanit". Sînt arătate sculele cu ajutorul cărora un singur om injectează în crăpătură sau între flanşe acest produs, în timpul scurgerii aburului. Materialul se întăreşte în jumătate de oră şi opreşte curgerea. Se afirmă că lipitura are o durată de 10 ani.

Este în curs extinderea procedeului la aer comprimat sau alte gaze. De asemenea se studiază dacă procedeul poate fi extins la apă, ulei şi alte lichide sub presiune. E 187

ad.b.

Şaibe rotative pentru preîncălzitoare de aer cu efect de ventilator, Vannerus, T. Allgemeine Wärmetechnik R.F.G., decembrie (1955).

Articolul prezintă un nou agregat auxiliar pentru cazan, construit în serie de uzinele din Motala (Suedia). Este vorba de un preîncălzitor de aer rotativ care are rol şi de ventilator de aer şi de ventilator de gaze arse.

Fluidul fie el aer sau gaze arse, se scurge între două şaibe paralele, ce se învîrtesc, producînd, datorită efectului centrifugal, creşterea presiunii. În interstiţiile între şaibele paralele se scurge alternativ aer şi gaze arse, gazele arse transmiţîndu-şi căldura prin şaibe, aerului.

Se dă calculul termic şi aerodinamic al agregatului.

Se prezintă tipuri de agregate cu scurgerea în echicurent şi contracurent.

Aceste agregate au avantajul de a simplifica mult exploatarea şi întreţinerea cazanului. Ele se pretează bine la automatizare, fiind reglate prin variaţia turaţiei. Turaţia este în general proporţională linear cu sarcina cazanului. Dezavantajul acestor agregate este că păstrează constant raportul între debitele de aer şi gaze de ardere, independent de starea cazanului (gradul de murdărire, etc). Din această cauză este necesară şi montarea de clapete de reglaj pe circuitul de aer din care se face corecţia reglajului.

S-au construit agregate cu un debit de gaze de ardere de 35 000 m³ pe oră şi 220 m² suprafaţă de încălzire. Presiunea aerului este de 50—100 mm coloană apă şi a gazelor de 50—150 mm coloană apă. Se obţin încărcări termice de 25—45 kcal/m² h°C atingîndu-se în unele cazuri şi 75 kcal/m²h°C. E 188

an.b.

Pompe de circulaţie fără presetupe în centrale termoelectrice, Allard. J.R. Engineering and boiler house review, vol. 71, nr. 3, martie (1956).

Articolul tratează problema construcţiei pompelor fără presetupe. Această problemă s-a născut odată cu construirea pompelor pentru fluide cu temperaturi şi presiuni înalte. La acestea construcţia presetupelor este dificilă, şi defectele acestora provoacă deseori scoaterea pompelor din funcţiune.

Noul tip de pompe este utilizat cu succes ca pompe de circulaţie la cazanele cu circulaţie forţată, ca pompe pentru circulaţia instalaţiei de control şi dozare a alcalinităţii şi, în ultimul timp, ca pompe de circulaţie pentru apa de înaltă presiune din reactoarele nucleare.

Marele avantaj al acestor pompe este siguranţa lor de funcţionare ceea ce face să fie montate la cazane cu circulaţie forţată, unde căderea pompei duce la arderea ţevilor. Răspîndirea mare a acestor cazane, datorită porniri lor rapide, a dus la o mare răspîndire a acestui tip de pompe. Randamentul puţin mai scăzut este compensat de avantajele arătate mai sus, cît şi prin consumul foarte mic de apă de răcire.

Aceste agregate sînt montate într-o carcasă comună complet etanşă, prin care nu străbate nici-o piesă rotativă.

Electromotorul se află într-un curent de apă rece, sub presiune, care îl răceşte şi care împiedică apa fierbinte din pompă să treacă prin labirinţi înspre motor.

Se cunosc două tipuri de astfel de agregate, unele cu „statorul ud", în care bobinajul statoric este izolat cu un material special plastic, şi în contact direct cu apa şi cele cu „statorul uscat", la care bobinajul statoric este învelit într-o cămaşă izolantă cu calităţi speciale dielectrice şi magnetice.

La ambele tipuri rotorul este în colivie.

Ungerea se face cu apă. Se utilizează la lagăre fusuri din oţeluri inoxidabile, care alunecă pe cuzineţi din material plastic sau cărbune. E 189

ad.b.

Extinderea centralei electrice Fortuna (R.F. Germană) cu o turbină de 150 MW, Energohoziaistvo za rubejom, nr. 1 (1956), pag. 55—56, după BWK (1955) nr. 12.

Pentru extinderea centralei termoelectrice „Fortuna" din R.F. Germania s-a comandat o turbină cu abur de 150 MW cu generator de 214 MVA.

Turbina va fi alimentată de la un cazan de abur cu trecere forţată, avînd un debit de 450 t/h la 205 ata iar temperatura primei şi celei de-a doua trepte de supraîncălzire intermediară va fi 530°C.

Cazanul va funcţiona cu lignit umed şi este înzestrat cu arzătoare de tavan.

O parte a focarului este ocupată de supraîncălzitor. Reglarea celei de a doua supraîncălziri se va efectua cu derivaţie de gaze.

Extinderea centralei termoelectrice a combinatului chimic Hüls se va face prin instalarea unei turbine cu contrapresiune de 185 MW la parametrii iniţiali 300 ata şi 600°C. 190

g.c.

Centrala electrică cu gaz natural de la Tavazzano, Mem. Sté Ing. civ., vol. 108 (1955), pag. 180—185.

Această centrală instalată la 25 km de Milano foloseşte gaz natural de la sondele Comegliano situate la 4 km depărtare. Centrala este echipată cu două grupuri cu o putere totală de 125 MW ce pot produce anual 400—700 mil kWh. Cazanele pot fi alimentate cu gaz natural sau cu păcură şi produc abur la 130 kg/cm².

Turbinele sînt prevăzute cu 3 corpuri, cu corpul de joasă presiune cu dublu flux, au o putere maximă de 62 500 kW şi antrenează generatori cu o putere de 85 000 kVA răciţi cu hidrogen. Gazul natural înainte de a fi ars în cazane este destins într-o instalaţie de turbine de gaz cuplate cu generatori. Datorită acestui fapt, randamentul general al centralei este de 36%. Generatorii sînt legaţi la o staţie exterioară de 130 şi 220 kV; cazanele de abur sînt de asemenea montate în aer liber. E 191

n.p.

Centrala cu unităţi bloc de la Heilbronn, Woernle, O. Elwirtschaft vol. 54 (1955) nr. 22 pag. 769—774.

Pentru acoperirea cererilor de putere din regiune, s-a hotărît în primăvara anului 1952 construirea unei centrale termoelectrice, la nord de oraşul Heilbronn, pe rîul Neckar. La alegerea amplasamentului s-a ţinut seama de o serie de instalaţii electrice şi termomecanice ale unei centrale existente, care au putut fi utilizate pentru noua centrală.

Prin proiectare s-a tins către un randament ridicat utilizînd scheme şi instalaţii moderne, asigurîndu-se în acelaş timp o siguranţă absolută în exploatare. S-au ales unităţi

bloc cu turbine cu un singur ax, deoarece permit cel mai bine trecerea de la funcţionarea de bază la funcţionarea de vîrf (cu porniri zilnice), condiţie impusă pentru primele grupuri.

Centrala a fost gîndită pentru şase blocuri. Primele două; din care unul a fost pus în funcţiune în octombrie 1954, iar celălalt în octombrie 1955, au puterea optimă de 50 MW, puterea maximă 64 MW. Condiţiile locale permit ca grupurile următoare să fie de 80/100 MW. Debitul primelor două cazane este de 212 t/h. Parametrii aburului viu sînt 111 ata şi 525°C cu supraîncălzire intermediară la 480°C. Temperatura apei de alimentare este de 230°C, realizată în 7 trepte de preîncălzire (preîncălzitorul treptei 5 este degazor).

Temperatura gazelor arse este de 120°C. Cazanele de radiaţie şi cu circulaţie naturală, sînt prevăzute cu cîte două focare ciclon. Astfel la 1/3 din sarcină ele funcţionează încă cu evacuarea cenuşii şi zgurii în stare lichidă, iar la 1/6 din sarcină cenuşa şi zgura se evacuează în stare solidă.

Grupurile turbogeneratoare sînt aşezate perpendicular pe axul sălii maşinilor. Deschiderea acesteia permite instalarea în viitor în aceiaşi poziţie a grupurilor de 80/100 MW. Pe lîngă actualul pod rulant de 110 t se va mai instala încă unul putînd ridica împreună sarcini pînă la 200 t. Circuitul de apă de răcire s-a proiectat deschis, cu apă din Neckar, de 12°C (0,032 ata). Tensiunea generatorilor este de 10,5 kV. Ei sînt răciţi cu hidrogen la presiunea de 350 mm Hg generatorii se pot decupla şi pot funcţiona în regim de compensatori sincroni.

Cărbunele este adus cu şlepuri. Se prevede un depozit de 150 000 t, deservit cu buldozere, cu posibilităţi de extindere.

Pentru supravegherea instalaţiilor termomecanice se prevede la cîte două grupuri o cameră de comandă termică, de unde se efectuează măsurătorile, reglajul şi comanda instalaţiilor. Din camera de comandă există vizibilitate directă spre turbine şi cazane (la cota + 8,0 de deservire).

Camera de comandă electrică este separată. La primul bloc s-a obţinut un consum specific de căldură (raportat la kWh utilă) sub valoarea calculată de 2 500 kcal/kWh. Pentru blocul al doilea se prevede un consum specific cu 150 kcal/kWh mai mic. E 192

m a.

Centrala electrică Asnesberket Danemarca, Energhetica za rubejom, nr. 1 (1956), pag. 55—56, după BBC Mitteilungen 10/1955.

Pentru centrala electrică Asnesberket (la 130 km de Kopenhaga) s-a comandat în Elveţia o turbină de 135 MW cuplată cu un generator electric de 170 MVA; grupul va funcţiona la o presiune de 126 ata şi temperatură de 540°C cu supraîncălzire intermediară pînă la temperatura iniţială.

Gabaritele centralei au fost calculate pentru posibilitatea montării unor agregate cu o putere de 250 MW. E 193

g.c.

Gospodăria căldurii în industria de inobilare a textilelor, Simon W., Melliand, Textilberichte, vol. 37 (1956), nr. 1, pag 111—115.

Gospodăria căldurii în circuitul de abur şi mai ales în circuitul de condensat poate duce în industria de inobilare a textilelor la îmbunătăţirea şi creşterea producţiei şi poate antrena raţionalizări uneori urgent necesare.

Pînă în prezent problemele circuitului de condensat şi ale aparatelor de evacuarea condensatului au fost lăsate pe plan secundar. Acest lucru se întîmplă adesea în centralele electrice şi se poate întîmpla cu atît mai mult în industria textilă, unde producţia propriuzisă trece pe primul plan.

Cerinţele principale ale circuitului termic într-o industrie textilă sînt: *a*) aplicarea termoficării, adică a producerii combinate de energie electrică şi abur; *b*) realizarea circuitului închis pentru abur şi condensat; *c*) limitarea numărului presiunilor de utilizare; *d*) evitarea vîrfurilor de consum de căldură. Prin acestea se asigură în primul rînd producerea de energie, care sporeşte odată cu creşterea presiunii aburului viu de la cazan. În al doilea rînd se evită pierderi de căldură şi fluid activ în circuit precum şi diverse deranjamente în instalaţii.

În realizarea circuitelor termice din industria textilă apar deranjamente şi avarii datorită reţelei conductelor de abur şi condensat (necorespunzător proiectată sau necorespunzător extinsă), imperfecţiunii aparatelor consumatoare de căldură dar mai ales circuitului de condensat.

Sînt arătate o serie de propuneri de detaliu privind circuitele de condensat (utilizarea aburului de destindere, legarea în paralel pe partea de condensat a aparatelor consumatoare de căldură, etc.) şi sînt descrise aparate moderne de evacuarea condensatului ce pot fi utilizate cu folos în reţelele termice ale industriei textile. E 194

m. a.

Pompa termică a salinei Hall în Tirol, Hattinger G., Maschinenbau Warmewirtsch, vol. 9 (1954), nr. 5 pag. 132—137.

Folosirea pompei termice în saline este deosebit de indicată. Îndepărtarea apei din soluţia sărată, se face în general în instalaţiile de vaporizare în mai multe trepte, funcţionînd sub vacuum, vaporii unei trepte fiind utilizaţi pentru încălzirea următoarei. Pompa termică permite în această privinţă folosirea completă a căldurii vaporilor. Se descrie schema instalaţiei pusă în funcţiune în septembrie 1951; figuri şi o diagramă de fluxuri termice completează textul. E 195

i.s.

Electroenergetica

Noi norme V.D.E. pentru construcţia instalaiilor de curenţi tari peste 1 kV, Fleck B.,ETZ — A vol. 77 (1956) nr. 11 pag. 339—340.

Normele VDE 0101/V.43, concepute în parte în anul 1930 au fost revăzute de o comisie pentru a fi puse în concordanţă cu stadiul actual al tehnicii. Prelucrarea normelor pentru construcţia instalaţiilor cu tensiunea de 1 kV şi peste 1 kV a durat 3 ani. S-a elaborat un proiect de noi norme care a fost publicat cu nr. VDE 0101/56. Proiectul cuprinde capitole noi, despre redresori, condensatori, instalaţii în aer liber, instalaţii în aer comprimat şi instalaţii de încercări.

Modificări mai importante au fost făcute în paragrafele: § 2 domeniul de aplicare, § 8 protecţia contra apropierii şi atingerii părţilor sub tensiune, § 9 aparataj de conexiune, § 10. transformatori de curent şi de tensiune, § transformatori, § bobine de reactanţă, § maşini, § conductori de cabluri, § comutaţia, § construcţia instalaţiilor interioare, § construcţia liniilor aeriene, staţii aeriene. E 196

an.b.

Proiectarea staţiilor electrice destinate electrificării rurale Beliacov N. N. Electriceschie stanţii, vol. 27 (1956) nr. 6, pag. 37—40.

Autorul arată că extinderea electrificării agriculturii impune elaborarea unor tipuri de staţii de 110/35/10 kV cu caracter internaţional cît mai simplificate.

În proiectarea unor asemenea staţii s-au avut în vedere următoarele elemente: în staţie se instalează doi transformatori de 10 MVA fiecare; pentru toate tensiunile se aplică un singur sistem de bare secţionat cu ajutorul separatorilor pe partea de 35 kV şi 10 kV în vederea reparaţiilor şi folosirea numai a separatorilor la tensiunea de 110 kV, renunţarea la curentul continuu.

Utilizarea a doi transformatori, autorul o justifică prin mărirea siguranţei, caracterul creşterii şi graficul de sarcină a consumatorilor rurali, posibilităţile de transport.

Renunţarea la întreruptori pe partea de 110 kV se face prin folosirea separatorilor de scurtcircuitare a liniei în caz de acţionare a protecţiei transformatorilor. Dispozitivul de acţionare a acestor separatori constă dintr-o bobină în curent alternativ care face să se elibereze o greutate ce provoacă închiderea separatorilor.

Ridicarea greutății pentru deschiderea separatorilor se face manual.

Ca un mijloc de ieftinire, în afara renunțării la bateria de acumulatori pentru stația de 10 kV s-a folosit un tip constructiv prevăzut numai cu un singur coridor de deservire, și cu celule separate cu plăci din beton armat cu o grosime de 80 mm. Alimentarea circuitelor protecției și semnalizării se face cu ajutorul curentului alternativ la tensiunea de 100 V.

Concomitent cu tendința de a scădea prețul de cost a stațiilor de 110/35/10 kV s-au luat măsuri de simplificare a stațiilor de 35/10 kV. În acest sens se propune construirea unei singure fundații atît pentru transformator cît și pentru stîlpul de intrare. Toată stația ocupă o suprafață de 8 × 12 m și poate fi proiectată atît ca stație de capăt cît și ca stație de tranzit. Stația se prevede cu un transformator pînă la 3 200 kVA.

În articol sînt arătate planuri și secțiuni prin stații. E 197

v. n.

Studiul și predeterminarea fluctuațiilor de putere pe o legătură de interconexiune a două rețele Chevallier A. Holleville M. și Passérieux P. Bull. Soc. Franc. Electr. No. 43 iulie (1954) pag. 401—418.

Pentru a se putea studia fluctuațiile de putere pe o linie de legătură între două sisteme energetice, cum ar fi de exemplu sistemul energetic englez și cel francez, s-au făcut o serie de cercetări experimentale separînd sistemul energetic francez în două sisteme distincte, sistemul de nord și cel de sud, interconectate printr-o singură linie. În articol se dau atît principiile de bază și considerațiile teoretice de la care s-a plecat, cît și rezultatele experiențelor efectuate.

În primul capitol al articolului se definește energia reglantă a unui sistem energetic, arătîndu-se totodată dificultățile în precizarea acestei mărimi. În continuare se dă definiția coeficientului de „corelație elementară" care are dimensiunile energiei reglante, (MW/Hz) și reprezintă raportul dintre variația de putere și variația de frecvență în cazul rețelelor interconectate. După ce se arată care au fost măsurile luate în considerare pentru realizarea încercărilor experimentale se descriu cele cinci încercări tip efectuate precum și dispozitivul de înregistrare utilizat.

După ce se dau rezultatele obținute în ultima parte a lucrării se stabilesc relațiile de corelație între diferite mărimi.

Studiile efectuate duc la următoarele concluzii : —

— fluctuațiile rapide ale puterii pe o linie de interconexiune afectează prea puțin capacitatea de transport a acesteia ;

— creșterea energiei reglante a rețelelor, nu reduce fluctuațiile de putere în cazul funcționării interconectate, contrar celor constatate în cazul unei linii separate ;

— este necesar a se considera numai fluctuațiile lente de putere în ceea ce privește capacitatea de transport a liniei interconectate.

Se poate afirma în consecință, că interconexiunea a două sisteme energetice printr-o legătură cu o capacitate de transport redusă față de puterea sistemelor energetice, reprezintă o problemă de reglaj secundar capabil de a corija erorile mici a programului de producție și variațiile în afara programului sistemelor energetice. E 198

g.d.

Reglajul automat al tensiunii în stațiile fără personal de deservire, Süss R., Energie vol. 8 (1956), nr. 1 pag. 2—6.

Reglajul tensiunii la consumatori se realizează în rețelele moderne prin schimbarea sub sarcină a plotului la transformatori. În stațiile fără personal permanent de exploatare, reglajul tensiunii se face fie prin telecomandă de la o stație centrală, fie se face în mod automat. Prima soluție este dezavantajoasă în privința instalațiilor suplimentare și a siguranței de funcționare.

Reglajul automat al tensiunii la stațiile consumatorilor nu poate fi aplicată decît la alimentări radiale, deoarece în rețelele buclate ar putea schimba circulația de puteri.

Regulatorul utilizat la stațiile fără personal este același ca cel utilizat la stațiile cu personal, dar din necesitatea măririi siguranței de funcționare se adaugă un releu de control al tesiunii care telesemnalizează o defecțiune a sistemului transformator de reglaj — comutator — regulator de tensiune.

Se discută sensibilitatea reglajului de tensiune cerut și se indică la trepte de tensiune la transformator, de 1,75 % ca valoarea de demaraj a regulatorului să fie la ± 1 respectiv 0,8 din valoarea nominală. Valoarea nominală este de asemenea reglabilă de la 90—110 %.

Sensibilitatea prea mare a reglajului ar face să acționeze prea frecvent comutatorul de ploturi. Compromisul între sensibilitatea și frecvența procesului de reglaj se realizează prin considerarea duratei abaterii de la tensiunea nominală. Abateri de scurtă durată nu demarează reglajul de tensiune Demarajul se realizează după o caracteristică $\Delta x.t = \text{const.}$

Pentru sezisarea deranjamentelor se introduce curentul aparent din rețea.

Cu asemenea dispozitive se realizează în medie 10—30 comutări pe zi.

Articolul conține 15 note bibliografice. E 199

an.b.

Dispoziția conductoarelor active și a conductoarelor de protecție din punct de vedere al „dansului" lor, Vecselman O. D., Electricestvo, nr. 2, 1956, pag. 55—58,

In cadrul articolului se studiază soluția optimă ce se recomandă în alegerea coronamentului unui stîlp din punct de vedere al „dansului" conductoarelor.

Se arată la început că scurtcircuitele provocate de saltul conductoarelor prin desprinderea bruscă a chiciurii, sînt mai numeroase ca cele cauzate de „dansul" conductoarelor. Problema interesează și în regiuni de chiciură intensă pentru preîntîmpinarea avariilor ce se pot produce.

Analizînd distanțele pe orizontală în cazul conductoarelor montate pe planuri verticale diferite, recomandate de prescripții, autorul ajunge la concluzia că aceste distanțe trebuie mult mărite, ajungînd la liniile de 110 kV la valori de 175...200 cm. Totodată arată că soluția măririi distanței pe orizontală, a conductoarelor reprezintă o soluție mult mai economică (scumpind stîlpul doar cu 7 %) decît prin mărirea distanței pe verticală.

In articol se arată mijloacele care permit stabilirea amplitudinii „dansului" conductoarelor. Fără să neglijeze metoda analitică de calcul autorul insistă în deosebi asupra rezultatelor obținute pe cale de observații efectuate asupra liniilor în exploatare. Ținînd seama de faptul că în timpul „dansului" conductorul se deplasează și în planul orizontal se poate ajunge la o serie de recomandări relativ la distanța între planurile orizontale ale conductoarelor, montate în planuri verticale diferite. Aceste distanțe sînt date în funcție de tensiunea liniei și de regiunea climaterică. Valorile recomandate de autor sînt în general mari, în deosebi pentru regiunile III și IV de chiciură. Articolul cuprinde o serie de date interesante relativ la avariile produse de „dansul" conductoarelor la liniile de înaltă tensiune în funcțiune. E 200

g.d.

Armătura de protecție a izolatoarelor liniilor aeriene ,Gherțic A. K. ș. a. , Electricestvo, nr. 2 (1956).

Scopul articolului este de a lămuri în ce măsură este necesară folosirea armăturilor de protecție la liniile aeriene și influiența acestora pentru rezolvarea următoarelor probleme : *a*) preîntîmpinarea descărcărilor în trepte de-a lungul lanțului de izolatoare ; *b*) îndepărtarea arcului electric de pe suprafața izolatoarelor și limitarea acțiunii termice a acestuia ; *c*) mărirea tensiunii de conturnare de impuls și de frecvență industrială ; *d*) repartizarea mai uniformă a tensiunii de-a lungul lanțului de izolatoare.

În acest scop au fost efectuate o serie de încercări experimentale în cadrul laboratorului de tehnica tensiunilor înalte al Institutului de Studii și Cercetării de Curent Continuu. Experiențele efectuate pentru lanțuri de izolatoare de diferite lungimi au arătat că folosirea armăturilor de protecție nu poate preîntîmpina producerea descărcărilor electrice în trepte atît în cazul tensiunilor de frecvență industrială, ca și în cazul celor de impuls.

Relativ la îndepărtarea arcului electric de pe suprafața izolatoarelor, folosirea armăturilor de protecție este eficace numai în cazul rețelelor cu neutrul compensat, a căror protecție se caracterizează printr-un timp de acționare relativ

mare (cca. 0,5 s). În cazul liniilor de înaltă tensiune, cu acționarea rapidă a protecției, folosirea armăturilor de protecție nu se recomandă.

Se arată că folosirea armăturilor de protecție poate duce la creșterea tensiunii de conturnare numai prin îmbunătățirea repartiției tensiunii. Experiențele efectuate au arătat că numai în cazul tensiunilor de ordinul 400 kV utilizarea armăturilor de protecție duce în mod efectiv la creșterea tensunii de conturnare.

Pentru liniile cu tensiune pînă la 220 kV inclusiv, curenții de ionizare sînt atît de mari încît duc la uniformizarea tensiunii și în consecință utilizarea armăturilor de protecție nu mai este eficace.

Relativ la îmbunătățirea tensiunii de-a lungul lanțului de izolatoare, ea este necesară în cazul cînd la pivotul izolatorului inferior apare efectul Corona ceea ce duce la îmbătrînirea izolatoarelor. Se constată experimental că pentru tensiunile pînă la 220 kV se poate renunța la utilizarea armăturilor de protecție, intensitatea cîmpului fiind sub valoarea critică.

În concluzie autorii nu recomandă folosirea armăturilor de protecție la liniile de 35, 110 și 154 kV, iar în cazul liinilor de 220 kV utilizarea armăturilor de protecție este de recomandat. La liniile de 400 kV se impune ca lanțurile de izolatoare să fie prevăzute cu armături de protecție. E 201

g.d.

Influența îmbătrînirii conductoarelor aeriene asupra intensității efectului Corona sub ploaie, Seylaz E. și Gerber O. E. Bulletin ASE 46 (1956) 17 septembrie, pag. 878—881.

Articolul redă rezultatele unui studiu efectuat la stația de încercări a Asociației inginerilor elvețieni și a Uniunii centralelor electrice din Elveția, de către Comisia de studii a tensiunilor înalte.

S-au examinat succesiv influențele asupra pierderilor Corona a apei de ploaie ce acoperă suprafața conductorilor și a umidității aerului ambiant. S-a studiat influența oxidării conductoarelor asupra gradului de umezire a lor și influența construcției stratului exterior al conductorului asupra pierderilor prin Corona.

Cu un conductor avînd fibrele exterioare de secțiune plată pierderile sînt mai mici decît la conductorul obișnuit, însă fabricarea unor asemenea conductori se arată a fi extrem de constisitoare.

La un conductor avînd fibrele exterioare de secțiune rotundă, pierderile Corona sînt mai mari cînd diametrul lor este mai mare de 4 mm.

Pentru conductorii de 225 kV experiențele au arătat că fibrele exterioare nu trebuie să aibă un diametru mai mare de 3—3,5 mm. E 202

an.b.

Coordonarea izolației în rețelele de înaltă tensiune, Cliff I. S. Proceedings of the Institution of Electrical Engineers I vol. 101 (1954) pag. 39—56.

Articolul tratează felul și gradul supratensiunilor ce s-au înregistrat în rețelele de înaltă tensiune din Anglia și protecția contra supratensiunilor prevăzută de prescripțiile britanice.

Pe lîngă supratensiunile ce apar la puneri la pămînt și la descărcare bruscă a rețelei, se studiază și cele mai puțin frecvente, datorită comutațiilor. Raportul între valoarea de creastă a undei de supratensiune și valoarea maximă a tensiunii nominale — așa numitul factor de suprateniune — a atins în rețelele izolate față de pămînt valoarea 5, pe cînd în rețelele cu neutrul pus direct la pămînt a fost maximum 3.

La puneri la pămînt acest raport rare ori depășește valoarea 4,5. La conectarea transformatoarelor în gol s-au înregistrat valori pînă la 7.

Protecția contra supratensiunilor se face prin distanțe disruptive, descărcătoare catodice și descărcătoare cu rezistență variabilă. Se recomandă ultimele. Întreaga coordonare a izolației se bazează pe tensiunea de amorsare a descărcătoarelor.

Aparatajul rețelelor de cabluri pînă la 33 kV se supune numai la încercarea cu tensiune alternativă. La aparatajul instalațiilor aeriene se practică și încercarea la undă de șoc ca probă tip. Transformatoarele sînt încărcate atît la undă plină, cît și la undă tăiată.

Pentru instalațiile care nu pot fi în niciun fel supuse la undă de șoc, normele britanice indică distanțele prescrise pentru interior și exterior. E 203

an.b.

Instalația de telecomandă a rețelei de distribuție a orașului Salzburg, Swoboda G., Electrizität und Maschinenbau, Austria (1953) 15 iunie. pag. 269—274.

Instalația de telemăsură și telecomandă a rețelei orașului Salzburg este considerată ca un exemplu tipic de asemenea dispoziție adaptată la rețeaua unui oraș de importanță mijlocie. Se comandă de la postul central de dispecer atît încărcarea centralelor electrice locale, cît și aportul sistemului energetic național adaptîndu-le la nevoile consumului.

Puterea la vîrful de vară atinge în Salzburg 24 000 kW și la vîrful de iarnă 28 000 kW.

Rețeaua de distribuție este constituită din cîteva rețele buclate de 3 kV alimentate de un sistem de linii buclate de 25 kV.

Orașul are două centrale hidroelectrice locale cu acumulare și o centrală pe firul apei, totalizînd o putere de 23 000 kVA. O stație de transformare de la 110 la 25 kV poate alimenta rețeaua cu 48 000 kVA.

Telemăsurile pe distanțe mici sînt transmise prin cabluri telefonice în curent alternativ la 50 Hz iar pe distanțe lungi se transmit prin linii telefonice și curenți cu frecvențe între 3 — 6 Hz. Telecomenzile se obțin prin sisteme de selectori și curenți de frecvență muzicală. E 204

an.b.

Utilizarea dispozitivelor detonante pentru ruperea circuitului electric, Schwetzke R. ,ETZ — A, vol. 76 (1955) 1 martie pag. 187—190.

Pentru a obține declanșări ultrarapide s-au experimentat cartușe explosive, pe baza faptului că cantitatea relativ mare de energie conținută într-un cartuș poate fi eliberată într-un timp foarte scurt.

Explozia este provocată printr-o descărcare electrică. Ea poate produce direct deschiderea circuitului prin distrugerea unui element conductor sau poate acționa un sistem de deblocare a întreruptorului, comandată de un resort.

Se descrie un sistem de scurtcircuitare a cărui manevră este comandată prin explozia unui cartuș; acesta servind și ca element conductor și de blocare, este deschis în 2.10^{-5} s după aprindere. Ținînd seama și de durata deblocării și de inerția sistemului, manevra necesită în total 1.10^{-4} s.

Este descris și un releu electrodinamic rapid care declanșează prin cartuș exploziv. Se dă un dispozitiv de declanșare pentru un circuit de curent alternativ în care cartușul explodează în prima semiperioadă asupra intensității ce urmează după trecerea prin zero. E 205

an.b.

Cercetări asupra trăsnetului de pe Empire State Building (partea III), J. H. Hangenguth și T. G. Anderson, Trans. A.I.E.E. 71 (1952) partea III p. 641—649;

În lucrări anterioare indicate în bibliografie, s-au arătat rezultatele cercetărilor asupra trăsnetului efectuate pe clădirea „Empire State" din New-York între anii 1935—1940; între anii 1941—1949 au fost obținute o altă serie de date care sînt prezentate în articol .

După ce se definește terminologia și se indică echipamentul utilizat se arată că numărul mediu de lovituri de trăsnet pe an (22,6) concordă cu hărțile isocheraunice publicate de alți autori. Este foarte interesant de arătat că există o variație mare a numărului de lovituri de trăsnet pe an (maximum 48 de lovituri în 1947 minimum 3 lovituri în 1930) pe cînd numărul de zile cu descărcări atmosferice este în medie de 27,5 zile pe an cu o variație relativă mică de 1,75 între maximum și minimum pentru toată perioada de observații.

86 % din lovituri au polaritate negativă restul avînd polaritate mixtă ; 56 % din loviturile urmărite au o sarcină mai mică de 19 coulombi, sarcina maximă măsurată fiind 164 coulombi. Amplitudinea descărcării continue arată că 50 % din componentele de curent continuu au o amplitudine mai mică de 250 A cu un maxim de 1 450 A.

Numărul vîrfurilor de curent la fiecare lovitură variază pentru 50 % din cazuri între 2 şi 3 cu un maxim de 14.

Ca durată, 50 % din lovituri nu întrec 0,3μs cu un maxim înregistrat în 1937 de 1,5 μs.

Ca amplitudine a curenţilor de vîrf 50 % din cazuri reprezintă valori sub 10 kA cu un curent maxim atins de 58 kA. Alte cercetări arată că 50 % din lovituri rămîn sub 5,5 kA iar pentru linii de transport 50 % din lovituri rămîn sub 10 kA.

Durata pînă la înjumătăţirea vîrfului reprezintă pentru 50 % din cazuri valori sub 34 μs iar pentru 20 % din cazuri valori de 68μs şi mai mari. Cea mai lungă durată este socotită la 120 μs.

Sarcina electrică măsurată la înjumătăţirea vîrfului a fost pentru 50 % din cazuri mai mică decît 0,15 coulombi iar sarcina maximă obţinută pentru vîrful de 58 kA a fost 4,9 coulombi.

Frontul undei curentului de vîrf indică că pentru 50 % din cazuri timpul pînă la atingerea vîrfului este pînă la 1μs timpul maxim netrecînd de 8,3μs şi în mod excepţional atingînd 83μs.

Unda de curent prezintă o creştere a frontului care pentru 50 %din cazuri întrece 12,5 kA/μs. Valoarea maximă este de 50 kA/μs la un vîrf de 30 kA. Valorile mari de creştere a frontului sînt asociate cu unde de curent avînd o amplitudine de cîteva mii de amperi. Totuşi şi pentru unele valori de 30 ÷ 50 kA s-au obţinut creşteri relative de 20 kA/μs

În unele cazuri între curentul de vîrf avînd durate de ordinul zecilor de μs şi componentele de curent continuu se intercalează o componentă intermediară de curent care descreşte într-un timp de ordinul sutelor de μs. Amplitudinea acestor componente era sub 2 500 A.

Cercetările efectuate au adus următoarea contribuţie.

1. Descoperirea faptului că descărcarea trăsnetului este iniţiată de o descărcare ascendentă dinspre clădire. Urmează ulterior descărcarea continuă printr-un canal descendent dinspre nor.

2. Descărcarea ascendentă după atingerea norului nu este însoţită de aşa numita descărcare de întoarcere. Acest fapt se datoreşte lipsei de concentrare şi mobilitate a sarcinilor localizate în nor în raport cu condiţiile sarcinilor de la suprafaţa pămîntului, care se pot deplasa mult mai uşor cînd o descărcare descendentă atinge pămîntul.

3. Cu toată existenţa unui canal de descărcare, format din trecerea continuă a unui curent transportînd sarcini mari cum ar fi 50 coulombi, norul poate provoca o descărcare continuă descendentă care să producă o descărcare reversibilă după ce atinge pămîntul.

4. Vitezele de propagare ale descărcărilor ascendente şi descendente sînt de acelaşi ordin de mărime. Viteza descărcării continue descendente are de asemenea valori identice cu descărcările obişnuite care se produc pe suprafaţa pămîntului.

Aceste rezultate se pot aplica şi pentru ameliorarea cunoştinţelor privind mecanismul loviturilor de trăsnet asupra liniilor aeriene.

Rămîn să fie rezolvate mecanismul proceselor fizice exacte care au loc în perioada formării iniţiale a descărcării, problema interacţiunii între descărcare şi sarcinile de la suprafaţa pămîntului, a distribuţiei curentului de-a lungul canalului descărcării în timpul descărcării de întoarcere (reversive) precum şi problema descărcărilor între nori. E 206

a.r.

Hidroenergetica

Uzine hidroelectrice subterane — instalarea transformatoarelor între grupuri Level B. Electricité, nr. 227/1956.

În acest articol autorul analizează un sistem nou de amplasare a transformatoarelor ridicătoare în hidrocentrale subterane. Faţă de soluţiile obişnuite de amplasare a transformatoarelor :

a) fie într-o galerie paralelă cu galeria centralei ;

b) fie într-o galerie dispusă în prelungirea centralei sau perpendiculară pe aceasta ;

c) fie chiar în sala maşinilor într-un şir paralel cu grupurile electrogene.

Se propune amplasarea lor în centrală, *între* grupuri, în cuve situate sub nivelul planşeului de acces în sala generatoarelor.

Avantajul acestui mod de amplasare a transformatoarelor constă în faptul că nu este necesară mărirea deschiderii sălii maşinilor şi a podului rulant ; mai mult, în cazul uzinelor hidroelectrice de cădere mică şi mijlocie, distanţa între două grupuri fiind dictată de dimensiunile aspiratorului, transformatoarele se pot amplasa între grupuri, fără ca să necesite mărirea distanţei între două grupuri consecutive ; astfel sporul de excavaţii necesar pentru amplasarea transformatoarelor devine neglijabil. În sfîrşit un alt avantaj al acestui sistem constă în reducerea la minimum a lungimii cablurilor de legătură între generator şi transformator.

În continuare autorul descrie o uzină, cuprinzînd 4 grupuri de cca 100 MVA fiecare, echipată după sistemul bloc cu transformatoarele amplasate între generatoare. Articolul cuprinde 5 schiţe. E 207

i.f.

Centrala hidroelectrică Glockner — Kaprun, ÖZE, vol. 9 (1956), nr. 4, pag. 101 — 178.

Revista austriacă a editat un număr cu material deosebit de bogat privitor la amenajarea integrală a văii Kapruner Ache din Alpii Tauern (Regiunea Salzburg). Lucrările sînt remarcabile prin faptul că acumulează în zona alpină apele unor gheţari, folosind diferenţa de nivel în două trepte cu o putere instalată de 312 MW. Prin amenajarea corespunzătoare centralei superioare, aceasta poate funcţiona şi ca staţie de pompe, pentru alimentarea lacului superior din lacul inferior.

Pe lîngă o descriere tehnică amănunţită a lucrărilor, întocmită de direcţia tehnică a întreprinderii beneficiare Tauernkraftwerke A. G., cu schema, secţiuni şi schiţe de plan cotate privind diferitele subansamble, harta regiunii la scara 1 : 50 000 cu curba de nivel şi cote de plan director a întregii regiuni amenajate şi o vedere sugestivă din revistă, conţine o serie de articole cu material documentar valoros, datorită contingenţei sale imediate cu realitatea şi practica.

Se enumeră titlurile articolelor principale :

Kothbauer şi Weskamp : Complexul Glockner — Kaprun în producţie.

Kothbauer : Contribuţii la planificarea economico-energetică a producţiei.

Hödl : Experienţe în producţie.

Tomberger : Probleme de punere la pămînt.

Spitzer : Instalaţiile de siguranţă hidraulice şi mecanice la treapta superioară.

Götz şi Layerl : Instalaţiile telefonice.

Götz şi Gutsmann : Instalaţiile de semnalizare şi protecţie pentru avarii de conducte sub presiune. Aceeaşi instalaţie de măsurat şi înregistrat hidraulice.

Tomberger : Transportul energiei electrice Limberg (treapta superioară) — Kaprun.

Woborink — Pompajul de acumulare şi menţinerea frecvenţei la CHE Limberg.

Wobornik, Swoboda şi Bauer : Experienţa de montaj la construcţia treptei superioare.

Muhlfellner : Măsurători de tensiune a pieselor conductei sub presiune a treptei superioare.

Krobshofer : Măsurători de baraje în exploatare.

Fazokas : Probleme de transport la construcţia treptei superioare.

Bendl : Măsuri pentru protecţia anticorosivă a pieselor de fier şi oţel ale instalaţiilor hidrotehnice.

Nyvelt : Turism în regiunea şantierului Kaprun. E 208

v.b.

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONOS

COMITET DE REDACŢIE

Conf. ing. **Ioan D. Stăncescu** redactor responsabil
Conf. ing. **Călin Mihăileanu** redactor resp. adjunct

Ing. **N. Armeneoiu,** conf. ing. **I.A. Badea,** prof. ing. **M. Bercovici,** membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, conf. ing. **E. Constantinescu,** ing. **V. Cozelciuc,** ing. **P. Dimo,** laureat al Premiului de Stat, prof. ing. **C. Dinculescu,** membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. Hereseu,** conf. ing. **N. Moldoveanu,** conf. ing. **C. Peneseu,** ing. **P. Vicol,** prof. ing. **I. Vlădea.**

E 2039 IRI

KAT

ENERGETICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

10

REVISTA ENERGETICA
1956

SUMAR

Pag.

Dinculescu C.: Conferința Mondială a Energiei Viena, iunie 1956 453

Constantinescu E.: Importanța proiectării la aplicarea tehnicii noi în concepția și realizarea instalațiilor energetice 456

Marcu B. și *Moldoveanu N.*: Rolul și sarcinile energeticienilor industriali 458

Chivu Gh.: Recuperarea pierderilor de căldură în industria chimică 464

Dimo P.: Reprezentarea mașinii sincrone prin curenții săi de scurtcircuit 471

Mihăileanu C.: Cea de a 16-a Sesiune a Conferinței Internaționale a Marilor Rețele Electrice (CIGRE). II 475

PENTRU NOILE CADRE

Petrescu A.: Importanța balanțelor energetice 481

DOCUMENTARE 485

***: Lista rapoartelor prezentate la a V-a Conferința Mondială a Energiei, Viena 1956 496

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

К. Динкулеску: Всемирная Энергетическая Конференция. Вена, июнь 1956 г. . . . 453

Е. Константинеску: Значение проектирования при применении новой техники в концепции и осуществлении энергетических усманобок 456

Б. Марку и Н. Молдовяну: Роль и задания промышленных энергетиков 458

Г. Киву: Использование остаточного тепла в химической промышленности 464

П. Димо: Изображение синхронной машины ее токами короткого замыкания 471

К. Михэиляну: 16-ая Сессия Международной Коференции Крупных Электросетей (СИГРЕ) II 475

ДЛЯ НОВЫХ КАДРОВ

А. Петреску: Значение энергетических балансов 481

ДОКУМЕНТАЦИЯ 485

*** Список докладов представленных на V-той Всемирной Энергетической Конференции 496

SOMMAIRE

Page

Dinculescu C.: La Conférence Mondiale de l'Energie, Vienne, juin, 1956 453

Constantinescu E.: L'importance de la projection pour la conception et la réalisation des installations énergétiques en rapport avec l'application de la nouvelle technique . . 456

Marcu B. et *Moldoveanu N.*: Le rôle et les charges des énergéticiens industriels . . . 458

Chivu G.: La récupération des pertes de chaleur dans l'industrie chimique 464

Dimo P.: La représentation de la machine synchrone par ses courants de court-circuit 471

Mihăileanu C.: La 16-ième session de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (CIGRE) II 475

POUR LES NOUVEAUX CADRES

Petrescu A.: L'importance des bilans énergétiques 481

DOCUMENTATION 485

***: Liste des rapports présentés à la V-ième Conférence Mondiale de l'Energie, Vienne 1956 496

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Dinculescu C.: Energieweltkonferenz, Wien, Juni, 1956 453

Constantinescu E.: Die Bedeutung des Entwurfes für Planung und Bau von energetischen Anlagen unter Anwendung der neuen Technik 456

Marcu B. u. *Moldoveanu N.*: Die Rolle und die Aufgaben der industriellen Energetiker 458

Chivu G.: Die Wiedergewinnung der Abwärme in der chemischen Industrie 464

Dimo P.: Darstellung der synchronen Maschine durch ihre Kurzchlussströme 471

Mihăileanu C.: Die 16. Sitzung der Internationalen Konferenz der elektrischen Hochspannungsnetze (CIGRE) II 475

FÜR IUNGINGENIEURE

Petrescu A.: Die Bedeutung der energetischen Bilanzen 481

SCHRIFTTUM 485

***: Verzeichnis der bei der V. Energieweltkonferenz in Wien, 1956, vorgelegten Berichte 496

E 2039

ENERGETICA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacţie

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul IV ★ 1956 ★ Nr. 10 Redacţia: Bucureşti, str. I. Ghica nr. 3 ★ Tel. 3.07.30 3.57.28

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
ОБМЕН - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - СМЕНА

CONFERINŢA MONDIALĂ A ENERGIEI

Viena – iunie 1956

Prof. ing. C. DINCULESCU
Locţiitor al Ministrului Învăţământului

Între 16 şi 23 iunie 1956 a avut loc la Viena (Austria) a cincea Conferinţă Mondială a Energiei la care au luat parte peste 3000 delegaţi din 53 ţări.

Conferinţa Mondială a Energiei a fost înfiinţată în 1924 pentru a stabili o legătură între diferitele ramuri ale tehnologiei energiei şi combustibililor, între experţii diferitelor ţări ale lumii, între ingineri şi tehnicieni de o parte şi savanţi şi economişti de alta.

Conform Statutului Conferinţei Mondiale a Energiei, scopul acestui organism este de a examina cum pot fi folosite în mod raţional sursele de căldură şi de energie, în domeniul naţional şi internaţional prin :

— Studiul resurselor potenţiale ale fiecărei ţări în energie hidraulică, cărbune, petrol şi alţi combustibili minerali şi energie atomică.

— Compararea rezultatelor în realizarea agriculturii ştiinţifice, irigaţiei şi a transporturilor terestre, navale şi aeriene.

— Conferinţe ale unor ingineri, experţi tehnici, experţi în combustibili şi autoritate în materie de cercetări ştiinţifice şi industriale.

— Consultarea consumatorilor de combustibil şi de energie şi a fabricanţilor de material pentru producerea energiei.

— Conferinţe asupra învăţământului tehnic, examinarea metodelor de învăţământ ale diferitelor ţări şi a mijloacelor de îmbunătăţire a resurselor actuale.

— Discutarea aspectelor financiare şi economice ale industriei naţionale şi internaţionale.

— Conferinţe asupra posibilităţii stabilirii unui Birou mondial permanent pentru adunarea informaţiilor, stabilirea inventarelor resurselor mondiale şi schimbul de informaţii ştiinţifice şi industriale între diferitele ţări.

Fiecare ţară participantă formează în interiorul ei un Comitet Naţional pentru participarea la Conferinţa Mondială a Energiei sau un alt organism corespunzător. Delegaţii acestor comitete, ca şi persoane independente, iau parte la lucrările conferinţei care ţine şedinţe plenare o dată la şase ani. Între şedinţele plenare pot avea loc şedinţe parţiale, pe anumite teme de specialitate, ţinute la 1—2 ani interval. Conferinţa are un Consiliu Executiv Internaţional, instituţie permanentă, care este organul director al Conferinţei Mondiale a Energiei. El este format din delegaţii Comitetelor Naţionale, se reuneşte în diferite ţări şi ţine şedinţe o dată pe an.

Conferinţa Mondială a Energiei are un Birou Central cu sediul la Londra (World Power Conference, Central Office, 201—2 Grand Buildings, Trafalgar Square Londra, W.C. 2).

Conferinţa Mondială a Energiei are Statutul consultativ categoria B., al Consiliului Economic şi Social al Naţiunilor Unite. Ea este membră a Uniunii Asociaţiilor Tehnice Internaţionale şi colaborează strîns cu un număr de organizaţii tehnice internaţionale.

Pînă în prezent s-au ţinut 5 sesiuni plenare ale Conferinţei Mondiale a Energiei şi anume : Londra 1924, Berlin 1930, Washington 1936, Londra 1950, Viena 1956, precum şi 10 sesiuni parţiale consacrate unor probleme limitate din programul Conferinţei şi anume : Basel 1926, Londra 1928, Barcelona 1929, Tokio 1929, Stockholm 1933, Londra 1936, Viena 1938, Haga 1947, New-Delhi 1951, Rio de Janeiro 1954.

Activitatea Conferinţei a fost întreruptă în timpul ultimului război mondial.

Viitoarea sesiune plenară se va ţine în 1962 în Australia, iar sesiuni parţiale vor avea loc la Belgrad 1957, Canada 1958, Elveţia 1960.

Lucrările celei de-a cincea Conferinţe Mondiale a Energiei de la Viena au început prin şedinţa din 16 iunie 1956 a Consiliului Executiv Internaţional, în care Republica Populară Romînă a fost admisă ca membră a Conferinţei Mondiale a Energiei, ca urmare la cererea înaintată de Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor, A.S.I.T.

Delegaţia Comitetului Naţional romîn pentru Conferinţa Mondială a Energiei a luat parte la lucrările conferinţei începînd cu şedinţa solemnă de deschidere care a avut loc la 17 iunie 1956 la Opera de Stat, în prezenţa Preşedintelui Republicii Austriace T. Körner a Cancelarului Austriei, membrilor guvernului, delegaţilor Naţiunilor Unite, U.N.E.S.C.O., Comisiei Internaţionale a Marilor Baraje (C.I.G.H.E.), Conferinţei Internaţionale a Marilor Reţele Electrice (C.I.G.R.E), Organizaţiei Internaţionale de Standardizare (I.S.O.) şi altor delegaţii internaţionale care au dat celei de-a cincea Conferinţe Mondiale a Energiei un caracter de adîncă şi largă manifestare internaţională.

Delegaţia romînă a fost formată din : Prof. Ing. C. Dinculescu Locţiitor al Ministrului Învăţămîntului, membru coresp. al Academiei R.P.R. profesor la Institutul politehnic Bucureşti, preşedinte al Comitetului Naţional Romîn pentru Conferinţa Mondială a Energiei, ca şef al delegaţiei; Prof. Dr. Ing. Cristea Mateescu, membru coresp. al Academiei R.P.R., profesor la Institutul de construcţii Bucureşti; Conf. ing. Emil Caragheorghe, conferenţiar la Institutul politehnic Bucureşti.

Tema principală a celei de-a cincea Conferinţe Mondiale a Energiei de la Viena a fost : „Resursele mondiale de energie şi importanţa lor în cursul evoluţiei tehnice şi economice". Ea a fost dezvoltată în 5 secţii şi 18 subsecţii pe specialităţi şi anume :

A. Privire generală asupra evoluţiei economiilor energetice naţionale de la 1950 la 1954.

B. Rapoarte asupra metodelor întrebuinţate în statistica economiei energetice.

C. Prepararea combustibililor solizi.

D. Lichefierea combustibililor solizi. Afinarea combustibililor lichizi.

E. Gazeificarea combustibililor. Afinarea combustibililor gazeiformi.

F. Condiţiile economice şi tehnice de întocmire şi exploatare a reţelelor de distribuţie de gaze la mare distanţă.

G1. Centrale termoelectrice. Proiecte de ansamblu ale centralelor.

G2. Centrale termoelectrice. Problemele construcţiei şi utilizării cazanelor de abur.

G3. Centrale termoelectrice. Probleme tehnice ale echipamentului mecanic.

H1. Centrale hidroelectrice. Teorie şi construcţie.

H2. Centrale hidroelectrice. Realizarea şi exploatarea uzinelor.

J1. Energia nucleară. Probleme fundamentale şi construcţia reactorilor.

J2. Energia nucleară. Probleme de metalurgie şi de chimie. Măsuri de protecţie.

K. Alte surse de energie şi procedee speciale pentru folosirea surselor de energie.

L. Epurarea apelor reziduale în instalaţiile producătoare de energie.

M. Epurarea gazelor reziduale în instalaţiile producătoare de energie.

N. Probleme tehnice ale cooperaţiei internaţionale în sectorul economiei energetice.

O. Probleme economice ale cooperaţiei internaţionale în sectorul economiei energetice.

Delegaţia romînă a prezentat la Conferinţa de la Viena două raporate :

— C. Dinculescu : Utilizarea resurselor hidroenergetice în cadrul electrificării Republicii Populare Romîne.

— Cr. Mateescu : Amenajare în scopuri multiple a apelor în legătură cu electrificarea Republicii Populare Romîne.

Cele două rapoarte, în care s-a arătat totodată şi dezvoltarea electrificării în R.P.R., au fost primite cu mult interes de un larg auditoriu care a luat cunoştinţă de ritmul rapid al ridicării economiei noastre energetice şi de concepţia largă în amenajarea şi folosirea complexă a apelor din ţara noastră.

Lucrările celei de-a cincea Conferinţe Mondiale a Energiei de la Viena au fost conduse de Preşedintele Conferinţei Sir Harold Hartley (Marea Britanie) şi au fost organizate de Comitetul Naţional Austriac în frunte cu Dl. Franz Holzinger, dînd dovadă de o perfectă organizare pînă în cele mai mici amănunte, lucru deosebit de important pentru o conferinţă la care numărul participanţilor se ridică la 3.000.

La 22 iunie 1956 a avut loc şedinţa Consiliului Executiv Internaţional al Conferinţei Mondiale a Energiei, în marea sală de şedinţe a Primăriei Oraşului Viena (Rathaus), sub preşedinţia lui Sir Vincent de Ferranti (Marea Britanie), la care a participat şi delegatul R.P.R. C. Dinculescu, ca membru permanent.

La deschiderea şedinţei, preşedintele a anunţat participarea Romîniei ca membră permanentă a Consiliului Executiv — şi a salutat prezenţa delegatului la lucrări. Membrii Consiliului au primit cu aplauze prezenţa Republicii Populare Romîne.

Luînd cuvîntul, în cursul discuţiilor, delegatul R.P.R. a mulţumit pentru admiterea ţării noastre în Conferinţa Mondială a Energiei şi am asigurat Consiliul Executiv că se vor depune toate eforturile pentru a aduce aportul nostru constructiv la opera înfăptuită de Conferinţa Mondială a Energiei.

De la începutul lucrărilor conferinţei s-a stabilit legături cu celelalte delegaţii, şi în special cu delegaţii ţărilor de democraţie populară, în frunte cu delegaţia sovietică compusă din 46 persoane, condusă de tov. A. S. Pavlenko — Prim locţiitor al Ministrului Centralelor Electrice din U. R. S. S., şi care ne-a dat un sprijin preţios.

Comunicările prezentate de delegaţia sovietică, mai ales cele privitoare la giganticele

centrale hidroelectrice de milioane kW putere instalată, ca și centrala atomoelectrică, prima din lume, au stîrnit un deosebit interes care s-a adăugat la interesul general ridicat de celelalte comunicări și a făcut ca cea de-a cincea Conferință Mondială a Energiei de la Viena să se ridice la cele mai înalte nivele, reprezentînd un adevărat succes.

În timpul Conferinței delegația romînă a participat la recepțiile date de Cancelarul Iulius Raab la Palatul Schönbrunn și de Primarul Vienei la Palatul Rathaus, cu care ocazie s-au stabilit legături cu o serie de personalități din Austria și din diferite țări.

De asemenea, au avut loc o serie de spectacole și manifestări artistice, la care delegația romînă a avut o participare mai redusă din cauza multiplelor sarcini ce reveneau unei delegații restrînsă la 3 persoane.

Lucrările celei de-a cincea Conferințe Mondiale a Energiei de la Viena au fost de un deosebit folos pentru R. P. R. prin stabilirea de legături cu celelalte delegații, luarea de contact direct cu problemele energiei de o importanță primordială pentru viața economică și socială a popoarelor, prin lărgirea căilor de participare la activitatea științifică și tehnică internațională și prin prezența țării noastre în acțiunea de colaborare internațională în domeniul larg al energiei, sprijin esențial pentru opera de ridicare a popoarelor, pentru construcția păcii și prieteniei între popoare.

Din lucrările Conferinței de la Viena s-au tras învățăminte deosebit de prețioase pentru dezvoltarea energeticei în țara noastră. Ele ne-au arătat rolul deosebit de important pe care îl are termoenergetica care acoperă marea majoritate a nevoilor de energie ale tuturor țărilor de pe fața pămîntului, în toate domeniile de activitate, luptă deosebit de intensă care trebuie dusă pentru o mai bună soluție tehnică și economică în folosirea surselor de energie termică prin sporirea randamentelor, reducerea consumurilor specifice și micșorarea prețului de cost, precum și accentul care trebuie pus pe dezvoltarea masivă a construcțiilor hidroenergetice, destinate să înlocuiască o parte importantă din consumația de combustibili și alte surse de energie.

Conferința Mondială a Energiei de la Viena ne-a arătat din nou drumul foarte luminos, dar foarte greu pe care trebuie mers cu hotărîre, tenacitate și sacrificii, pentru a înzestra țara noastră în termenul cel mai scurt cu baza energetică necesară pentru a o ridica la nivelul superior cerut de construcția societății socialiste.

Experiența făcută a dovedit încă o dată că pentru o rodnică participare la lucrările conferinței, trebuie să se pornească acțiunea de pregătire a participării și a rapoartelor cu cel puțin 2 ani înainte de conferință.

Numai astfel ne vom prezenta în pas cu celelalte delegații.

Ședința de închidere a Lucrărilor Conferinței a avut loc la 23 iunie 1956, cînd s-a aprobat rezoluția conferinței, s-au adus cuvinte de omagiu din partea delegațiilor diferitelor țări pentru buna organizare a conferinței și s-a votat o moțiune pentru Sir Harold Hartley pentru cei 20 ani puși de el în slujba conducerii conferinței Mondiale a Energiei. Apoi Dl. Franz Holzinger, Președintele Comitetului Național Austriac, a fost ales Președinte al Conferinței Mondiale a Energiei pe 6 ani, pînă la viitoarea conferință din Australia 1962, conducerea Comitetului Național Austriac trecînd asupra D-lui Franz Hintermayer.

După închiderea lucrărilor Conferinței delegații au făcut călătorii de studii pe numeroase trasee. Delegația R.P.R. împreună cu delegați din alte 7 țări ca: Anglia, Franța, S.U.A., Cehoslovacia, Suedia, Polonia, Turcia, într-o grupă de 30 persoane au făcut o călătorie în jurul Austriei, cu care ocazie au admirat atît frumusețile naturale ale țării, buna lor gospodărire, atenția și bunăvoința arătată străinilor, cît și importantele lucrări tehnice între care 14 centrale electrice de mare putere, 6 baraje, stații hidraulice de pompare-acumulare cu puteri de sute de mii kW, stații electrice de transformare și interconexiune, linii de transport sub înaltă tensiune, oțelării și uzine metalurgice, mine, fabrici de materiale refractare superioare, metalurgii pentru pulberi sinterizate și fritate, etc.

Tehnicienii romîni au constatat la fața locului concepția superioară și înaltul nivel tehnic și arhitectonic al unor lucrări deosebit de importante ca cele de la Ybbs-Persenbeug pe Dunăre sau Simmering, Achensee (Yenbach) sau Imst, ansamblul centralelor Vorarlberg-Illwerke și marele sistem hidroenergetic Kaprun, amenajarea complexă hidroenergetică de la Reisseck-Kreuzeck, oțelăria Donawitz din Leoben și metalurgia de sinterizate Plansee din Reutte.

Toate acestea sînt o dovadă grăitoare a puternicii baze energetice pe care Austria și-a creiat-o și continuă să o dezvolte într-un ritm rapid. La o populație de 6 milioane locuitori, puterea totală instalată în centrale electrice în anul 1955, a fost de 2 milioane kW, iar producția de energie electrică de 7,2 miliarde kW ore pe an, ceea ce arată puternica dezvoltare în industrializarea Austriei și deservirea tuturor nevoilor populației cu energie electrică.

După întoarcerea din călătoria de studii, în intervalul 8—12 iulie 1956, delegația romînă a vizitat o serie de întreprinderi și instituții din Viena ca: Politehnica din Viena și laboratoarele ei de electrotehnică, hidrotehnică, termoenergetică și radiotehnică, mașini electrice, discutînd cu profesorii Hiller, Sekwenz, Grzywinski, fruntași ai acestei școli superioare tehnice

de veche tradiție, membrii ai Academiei de Științe Austriace.

Delegația romînă a stabilit legătura cu Asociația inginerilor și arhitecților austriaci unde au fost primiți de președintele acesteia — Dr. Ing. Oskar Vas, mare specialist în construcții hidroenergetice.

De asemenea, a stabilit legătura și a făcut un schimb de experiență cu Comitetul Național Austriac pentru Conferința Mondială a Energiei, întreținîndu-se cu președintele acestuia Dr. Ing. Franz Hintermayer.

A fost vizitată marea fabrică electrotehnică de mașini și transformatoare Siemens Schuckert unde au discutat și examinat cu specialiștii fabricii procesul de producție și procedeele tehnice moderne folosite pentru construcția de mari mașini electrice și transformatoare.

La invitația primită din partea Asociației de prietenie Austria-Romînia, profesor Ing. C. Dinculescu a ținut în seara zilei de 11 iulie 1956, în sala Asociației Inginerilor și Arhitecților Austriaci, o conferință cu tema „Electrificarea în R.P.R." prezentînd și planul de electrificare.

Au asistat membrii ai Academiei de Științe din Austria, profesori, ingineri, oameni de specialitate, ziariști, etc. care au urmărit cu interes dezvoltarea rapidă a electrificării în țara noastră.

În seara zilei de 10 iulie 1956, însărcinatul cu afaceri al R.P.R. la Viena, a oferit un coctail în cinstea delegației romîne, la care au participat membrii ai Academiei de Științe a Austriei, oameni de știință, profesori, șefi ai unor institute din cadrul Politehnicii, ingineri și specialiști în problemele de energetică. Atmosfera de prietenie din timpul reuniunii a contribuit la strîngerea raporturilor de prietenie dintre oamenii de știință și tehnică din cele două țări.

A cincea Conferință Mondială a Energiei de la Viena din iunie 1956, a fost un bun prilej pentru țara noastră de a dezvolta și întări legăturile științifice cu celelalte țări, mergînd constant pe linia întăririi colaborării internaționale în cadrul construirii socialismului și întăririi păcii.

Importanța proiectării la aplicarea tehnicii noi în concepția și realizarea instalațiilor energetice

Ing. E. CONSTANTINESCU

Una dintre problemele cele mai importante care se pun astăzi în fața diferitelor țări de pe glob, indiferent de sistemul economic adoptat, este asigurarea consumului mereu crescînd de energie electrică. Ritmul de creștere al acestui consum, care depinde de desvoltarea producției globale și în special de producția industriei grele, se menține foarte ridicat, iar la unele țări, încă înapoiate din punct de vedere energetic, acest ritm este în creștere. Considerînd ca indice de creștere al consumului de energie electrică intervalul de timp în care acest consum se dublează, în condițiile de astăzi el variază între 3 și 8 ani. Dacă se ține seama și de faptul că numărul de ore de utilizare pe an al puterii de vîrf este determinat de caracteristicile consumatorilor, fiind cuprins de obicei între 4000 și 6000 ore pe an, și că o depășire a acestor limite normale nu se poate face fără a introduce greutăți în funcționarea consumatorilor, rezultă că în condiții obișnuite o dublare a consumului de energie electrică însemnează aproximativ o dublare a puterii disponibile în centrale electrice.

În ceea ce privește restul instalațiilor energetice, adică rețelele (linii de înaltă tensiune, stații coborîtoare, posturi și linii de distribuție), ritmul de desvoltare a acestora este în mod normal și mai ridicat decît al centralelor electrice. Din cele de mai sus rezultă că în fiecare an se construiesc din ce în ce mai multe instalații energetice, iar în valoare absolută aceste cifre devin uneori foarte mari.

În acest fel au luat naștere în ultimul timp sisteme energetice foarte puternice, centrale electrice cu puteri instalate de peste 1000 MW și linii de transport cu tensiune de 400 kV, și mai mult. Se înțelege că funcționarea unor asemenea instalații pune probleme speciale, care nu se mai încadrează în vechile soluții utilizate pînă acum. Este deci necesară introducerea unei tehnici noi, moderne, care să corespundă gradului actual de desvoltare.

În același timp trebuie avut în vedere că realizarea acestor instalații necesită anual cheltuieli de investiții și de exploatare considerabile. Reducerea acestor cheltuieli într-o măsură cît de mică, deci mărirea rentabilității instalațiilor energetice conduce la economii importante și pentru atingerea acestui scop se introduc deasemenea mereu noi soluții, mai moderne, mai economice, se introduce deci o nouă tehnică.

Un rol preponderent în ieftinirea instalațiilor energetice și în îmbunătățirea funcționării lor, deci în introducerea unei tehnici moderne, de o factură nouă, îl are proiectarea, și în toate

țările se observă din partea organelor care elaborează proiecte sau care îndrumează această activitate o preocupare cu totul deosebită în acest sens.

Astfel în ceea ce privește centralele electrice asistăm în primul rînd la o continuă creștere a puterilor instalate în centrală. Acest lucru a devenit posibil datorită desvoltării consumului de energie electrică și a creerii unor mari centre consumatoare concentrate și deasemenea datorită perfecționării instalațiilor de transport de energie electrică la mare distanță. In acest mod se obțin reduceri considerabile, atît în ceea ce privește cheltuielile de investiție (costul kW-ului instalat), cît și în ceea ce privește costul energiei electrice produse.

Creșterea puterii instalate în fiecare centrală a fost însă ușurată și de creșterea puterii unitare a grupurilor electrogene (astăzi se construiesc curent grupuri electrogene, turbine cu apă sau turbine cu abur, cu puteri unitare de peste 200000 kW). Prin adoptarea unor construcții perfecționate, prin mărirea parametrilor inițiali ai aburului și prin alte mijloace se merge deasemenea la o creștere continuă a randamentului instalațiilor și la micșorarea cheltuielilor inițiale. In sfîrșit prin construirea pe scară din ce în ce mai largă a centralelor de termoficare se obțin reduceri considerabile ale consumului specific de combustibil, deci a prețului kWh produse.

In rețele se introduc astăzi pe scară largă tensiunile foarte înalte, de 400 kV, făcîndu-se în acest fel posibil transportul unor puteri de ordinul sutelor de MW la distanțe de sute de km. In acest fel se poate realiza interconexiunea rețelelor de pe suprafețe foarte mari de teren, se pot lega între ele din punct de vedere electric grupuri de state, fapt din care rezultă o importantă reducere a puterii totale instalate, datorită nesimultaneității vîrfurilor și micșorării rezervelor. Tendința este astăzi de a se mări și mai mult tensiunea rețelelor, la 600 kV sau 800 kV și de a se introduce curentul continuu pentru transportul la mare distanță.

Bine înțeles că pentru a se realiza astfel de centrale și rețele au fost necesare echipamente cu caracteristici noi, speciale.

Din această cauză necesitățile existente au condus la o desvoltare deosebită, în special din punct de vedere calitativ, a producției fabricilor de echipament energetic, în special prin reducerea greutății specifice și dimensiunilor aparatelor și mașinilor și prin îmbunătățirea performanțelor. Rezultă de aici în plus posibilitatea introducerii a o serie întreagă de îmbunătățiri, cum ar fi reducerea terenului ocupat de centrale și stații, simplificarea schemelor electrice de comutație pentru centrale și stații și reducerea numărului de aparate, construirea de camere de comandă electrice și termice de dimensiuni foarte reduse.

In afară de aceasta a devenit astfel posibilă executarea pe scară largă a elementelor preasamblate și prefabricate pentru partea electromecanică, prin care se scurtează considerabil timpul necesar montajului și de multe ori se ieftinește lucrarea, de exemplu prin dispariția necesității clădirilor.

Trebuie deasemenea menționată introducerea în ultimul timp pe scară foarte largă a automatizării și telemecanizării instalațiilor energetice, fapt din care rezultă îmbunătățiri considerabile ale condițiilor de funcționare a sistemelor energetice, reducerea consumului de combustibil în centrale și a pierderilor în rețele, micșorarea numărului de avarii, și mărirea siguranței în alimentarea cu energie electrică a consumatorilor, reducerea personalului necesar pentru exploatare etc.

In ceea ce privește partea constructivă a instalațiilor energetice, se observă o introducere pe scară largă a procedeelor moderne adoptate astăzi în tehnica construcțiilor, cum ar fi utilizarea prefabricatelor la clădiri, utilizarea stîlpilor de beton armat, centrifugat și vibrat, cu armătura pretensionată la liniile electrice, mecanizarea lucrărilor de construcții, procedee cu ajutorul cărora se obține mai ales o reducere apreciabilă a duratei lucrărilor și a mărimii șantierelor.

In încheierea celor spuse pînă acum este cazul să fie amintite aici și eforturile care se fac, atît în domeniul cercetării științifice cît și a proiectării, pentru introducerea producerii de energie electrică cu ajutorul energiei atomice. Deși centrala atomo-electrică a devenit o realitate, totuși mai sînt foarte multe lucruri de făcut pentru îmbunătățirea randamentului și pentru reducerea cheltuielilor de investiții și în acest sens se îndreaptă astăzi atenția cercetărilor și proiectanților de specialitate, pentru a permite astfel ca într-un viitor destul de apropiat, cînd actualele surse de energie vor fi epuizate sau insuficiente, energia atomică să intervină cu o pondere importantă în producerea de energie electrică.

Proiectarea instalațiilor energetice la noi în țară urmărește aceiași linie generală de introducere a soluțiilor moderne, în numeroasele lucrări care vor fi executate în cursul celui de al doilea cincinal și al cincinalelor următoare. Se poate spune astăzi, că față de situația actuală, atenția proiectanților trebuie să fie îndreptată asupra următoarelor probleme principale :

— Construirea de centrale electrice cu putere instalată mare, utilizînd grupuri electrogene cu putere unitară ridicată.

— Proiectarea centralelor hidroelectrice în legătură cu problemele care se pun pentru amenajarea complexă a cursurilor de apă (irigații, navigație, etc.).

— Adoptarea de parametrii inițiali ai aburului ridicați (peste 100 ata și 500°C) la centralele termoelectrice care se vor construi și reamenajarea centralelor existente din acest punct de vedere.

— Producerea combinată de abur și energie electrică prin construirea de centrale pentru termoficare industrială și urbană.

— Ieftinirea lucrărilor de linii și stații electrice prin simplificarea soluțiilor, prin ridicarea tensiunilor, etc.

— Introducerea pe scară largă a automatizării și telemecanizării instalațiilor energetice.

— Simplificarea șantierelor pentru instalațiile energetice prin adoptarea metodelor înaintate, mecanizate, în construcții și montaj.

Prin urmărirea acestor obiective și punerea lor în practică proiectarea va contribui la noi în țară în mod esențial la introducerea unei tehnici moderne, la reducerea cheltuielilor de investiții și de exploatare și deci la mărirea rentabilității instalațiiilor energetice.

Rolul și sarcinile energeticienilor industriali

Ing. MARCU B. și *ing. MOLDOVEANU N.*
Inspector General Energetic — Ing. Șef al Inspecției Energetice

De la instaurarea regimului de democrație populară în țara noastră și mai ales prin realizarea obiectivelor principale din prima etapă a planului de electrificare pe zece ani și, concomitent, a sarcinii de producție globală prevăzută în primul plan cincinal de dezvoltare a economiei naționale, problemele de industrializare și electrificare a țării noastre au căpătat o deosebită importanță.

Implicit, a crescut considerabil și importanța problemelor de energetică industrială, acea parte a științei energetice care are drept obiect principal obținerea randamentului energetic optim al producției industriale, care adică se ocupă de utilizarea în cele mai bune condițiuni tehnice și economice a energiei de toate felurile în aplicațiile industriale,atît din punct de vedere al necesităților producției industriale (procesul tehnologic consumator), cît și din punct de vedere al necesităților producției energetice locale (în industrie) și în sistemul energetic care alimentează industria respectivă (încadrarea în curba de sarcină, factorul de putere,încărcarea echilibrată a fazelor, etc.). Între problemele de energetică industrială intră deci, cu o pondere importantă, și folosirea cît mai complectă și economică a resurselor secundare de energie din industrie, și, oarecum prin extensiune,și problema de producție de energie în instalații obișnuite (centrale electrice sau termice proprii, stații pentru producerea aerului comprimat, stațiile de pomparea gazelor și apei, etc.). Deasemeni, în preocupările energeticului industrial intră și distribuția energiei, energeticul industrial fiind deci gospodarul general al instalațiilor energetice și al energiei de toate formele din industria sa, inclusiv al energiilor reziduale ce apar în procesele tehnologice și al combustibilului energetic.

În cursul primului cincinal,energeticii noștri industriali și-au îndreptat în general eforturile în direcția creerii și menținerii condițiilor de alimentare cu energie necesare realizării producției industriale, preocupîndu-se doar sumar și numai în puține cazuri, de condițiile economice în care producția industrială era asigurată din punct de vedere energetic, sau de introducerea tehnicii noi.

O explicație a acestei situații a fost pe de o parte noutatea acestei probleme la noi în țară și apariția deabea în 1954 a unor dispoziții oficiale privind organizarea unităților energetice în industrie și a înființării unui organ de control energetic (Inspecția Energetică din Ministerul Energiei Electrice și Industriei Electrotehnice), dipoziții care însă s-au limitat mai mult la sectorul electroenergetic, neglijînd celelalte sectoare, iar pe de altă parte foarte puțină importanță pe care, în majoritatea cazurilor, conducerile și tehnologii ministerelor și întreprinderilor au acordat-o problemelor energetice. Din această ultimă cauză, nici astăzi în multe unități (ministere, direcții generale, întreprinderi) organizarea sectorului energetic nu s-a făcut decît formal, iar în majoritatea cazurilor sectorul energetic, chiar acolo unde există, nu este considerat decît ca o anexă incomodă, de a cărei existență conducerile își amintesc numai în momentele cînd sectorul energetic nu satisface nevoile producției industriale, indiferent de indicii economici ai producției și utilizării energiei.

Lipsa de preocupare asupra aspectului economiei energetice care a existat pînă acum, nu mai poate dăinui însă în cursul celui de al doilea plan cincinal, pentru care Directivele Congresului al II-lea al PMR prevăd, între altele :

— O mărire a producției globale industriale de 60—65 %, iar în sectorul industriei mijloacelor de producție, adică în sectorul principal consumator de energie, chiar de 70—75 %, în special în ramurile cele mai mari consumatoare de energie : siderurgie (la care creșterea producției industriale este la fontă de 100 %, la oțel de 100—120 %, intrînd în funcțiune și o nouă oțelărie electrică de 40.000t/an, la laminate finite de 85—90 %, intrînd în funcțiune un laminor blooming, un laminor de profile mijlocii de 550.000 t/an și un laminor de țevi de 300.000 t/an, etc.), chimie (spor la producția globală cu 150—200 %, intrînd în funcțiune secții sau fabrici noi cu capacități anuale de 50.000 t celuloză, 100.000 t îngrășăminte fosfatice, 150.000—200.000 t îngrășăminte azotoase, 150.000 t sodă calcinată, 30.000 t sodă electrolitică, etc.) etc.

— Extinderea mecanizării lucrărilor grele și cu volum mare de muncă și intensificarea mecanizării lucrărilor auxiliare și a transporturilor interne în secții și între secții.

Aceste prevederi, și încă altele, indică o creștere însemnată a consumului de energie în industrie, la care neglijarea indicilor tehnico-economici de producție și consum nu mai poate fi admisă.

Vom examina pe scurt în cele ce urmează, sarcinile principale ce revin unităților energetice din ministerele, direcțiile generale și întreprinderile industriale, precum și acțiunile care, după părerea noastră, trebuie întreprinse de forurile de coordonare, îndrumare și control din sectorul energetic : Comitetul de Stat al Planificării (prin Direcția Electrificării și Direcția Combustibililor) Ministerul Energiei Electrice și Industriei Electrotehnice (prin Inspecția Energetică).

A. Probleme privind centralele electrice industriale.

1. *Micșorarea și lichidarea puterilor indisponibile.* În centralele electrice industriale cca 17 % din puterea instalată este astăzi indisponibilă, fie din cauza strangulărilor în instalații (7 %,) în special din cauza cazanelor de abur insuficiente, fie din cauza uzurilor și avarierilor (10%). Eliminarea strangulărilor va trebui să se facă numai în cazurile în care, pe baza unui studiu tehnonico-economic, rezultă că această operație este rentabilă, ținîndu-se seama și de uzura morală a instalațiilor. Trebuie spus de la început că, deobicei, operația este economică, mai ales cînd este vorba de stangulări importante în cazanele de aburi și cînd s-ar putea introduce un ciclu supra. pus de mare presiune cu o turbină înaintașe. Deasemenea execu tarea reparațiilor (în special a celor foarte importante care necesită piese de schimb mai speciale), trebuie examinată sub raportul economic. În țara noastră de exemplu avem turbine de foarte multe tipuri (unele foarte vechi). Este de cercetat economicitatea fabricării în țară, în serie redusă, a unui număr mare de tipuri de palete corespunzătoare turbinelor de reparat sau economicitatea comandării lor în străinătate

unde necesită uneori execuţii speciale deci cu cost ridicat ele nemaifiind toate folosite în tipurile moderne de turbine.

Micşorarea puteriilor indisponibile, adică folosirea cît mai completă a capacităţii instalaţiilor ,este obligatoriu de făcut în caz că este economic. Această acţiune este dealtfel dată şi ca sarcină prin Directivele Congresului al II-lea P.M.R. cu privire la cel de al II-lea plan cincinal, care condiţionează execuţia de instalaţii noi de folosirea prealabilă a capacităţii instalaţiilor existente.

Dintr-o cercetare sumară făcută în 1955 rezultă ca economic realizabilă o micşorare a puterilor indisponibile din centralele electrice industriale cu 35 % cu un cost ce 2300 lei/kW, faţă de costul de 4000—4500 lei/kW în medie în cazul executării unor instalaţii noi.

2. *Mărirea duratei de utilizare a puterii instalate.* Această durată de utilizare este în fond în mîna dispecerului sistemului energetic la care este interconectată sau racordată centrala electrică industrială, care fixează curba de producţie a centralei respective în funcţie de repartiţia optimă a sarcinilor pe centralele sistemului. Sînt însă cazuri cînd dispecerul sistemului nu poate folosi suficient centrala industrială, din cauza avariilor sau a duratei mari a reparaţiilor utilajelor din centrală. Vor trebui luate deci măsuri pentru evitarea avariilor (o exploatare tehnică raţională, conform prescripţiilor, executarea de reparaţii de calitate, etc), scurtarea duratei reparaţiilor şi mărirea numărului de ore de funcţionare a instalaţiilor între două reparaţii.

In ceeace priveşte executarea de reparaţii de calitate şi scurtarea timpului de reparaţie, serviciile energetice trebuie să stabilească, încă înainte de începerea reparaţiilor, volumul exact necesar al acestora şi documentaţia necesară, să se asigure de existenţa pieselor de schimb, a materialelor şi utilajelor necesare lucrărilor de reparaţii, să stabilească precis graficul de lucru şi să urmărească executarea lui, iar la sfîrşit să facă recepţia instalaţiilor reparate, pe baza tuturor încercărilor prevăzute de prescripţii. O uşurare importantă pentru această problemă ar fi creiarea, de pildă în cadrul Ministerului Industriei Metalurgice şi Construcţiilor de maşini, a unei întreprinderi speciale pentru fabricarea pieselor de schimb necesare cazanelor de abur, motoarelor Diesel şi turbinelor cu abur. Deasemenea, ar trebui să se creieze întreprinderi specializate de reparaţii, în cadrul Ministerelor cu centrale electrice multe sau importante, care să dispună de pesonal specializat şi de utilajul necesar executării unor reparaţii rapide şi de bună calitate. Credem că Comitetul de Stat al Planificării împreună cu Ministerele ar trebui să ia în studiu aceste probleme întrucît lipsa pieselor de rezervă şi executarea de reparaţii în general numai cu personalul de exploatare al centralelor, insuficient de specializat în lucrări de reparaţii, sau cu ajutorul cooperativelor, îngreunează în mod considerabil problema.

Un aspect important este mărirea timpului de funcţionare între reparaţii. In U.R.S.S., şi după o cercetare sumară făcută şi asupra unui număr de turbine de abur de la noi din ţară, practica arată că pot fi depăşite termenele între două reparaţii prevăzute în Prescripţiile de exploatare tehnică a centralelor şi reţelelor electrice. Aceasta reprezintă atît o posibilitate de folosire mai bună a utilajelor energetice, cît şi o micşorare a cheltuelilor de reparaţii, aşa că ar fi indicată o revizuire, şi din acest punct de vedere, a prescripţiilor citate.

Un caz special de posibilitate a măririi orelor de utilizare, îl prezintă centralele electrice ale fabricilor de zahăr. Acestea lucrează numai 3 pînă la maximum 5 luni pe an, toamna, şi în general folosesc termoficarea. Ar trebui să se amplaseze în vecinătatea lor industrii sezoniere cu alt interval de lucru (şi care să aibă şi nevoie de abur, în cazul contrar urmînd ca în centralele de termoficare ale fabricilor de zahăr să se monteze mici instalaţii de condensare). Argumentul fabricilor de zahăr, că trebuie să oprească complet centrala electrică pentru 7—9 luni pentru reparaţii, nu rezistă unei critici serioase.

Problema măririi duratei de utilizare se încadrează şi ea în folosirea capacităţii instalaţiilor existente, sarcină dată de Directivele Congresului II al P.M.R., după cum s-a arătat mai sus la pct. 1.

3. *Imbunătăţirea randamentului instalaţiilor.* Şi în această direcţie sînt foarte multe lucruri posibile de făcut, dintre care citäm :

a. O exploatare raţională a instalaţiilor, la parametrii optimi, sarcina permanentă a personalului de exploatare, care trebuie să dispună de aparatele de măsură şi control necesare urmăriri acestor parametrii. Introducerea automatizării ar rezolva cel mai bine problema, dar şi aici este necesar un calcul tehnico-economic în cazul instalaţiilor de importanţă mai redusă sau mai vechi, deoarece automatizarea cere cheltueli destul de importante. Intre altele, exploatarea instalaţiilor la parametrii optimi implică, deobicei, eliminarea puterilor indisponibile prin strangulări şi uzuri, deci şi reparaţii de calitate,probleme care au fost tratate mai sus. Aceasta nu înseamnă însă că preocuparea de exploatare raţională trebuie neglijată dacă lucrările de eliminarea strangulărilor şi uzurilor nu sînt economice sau nu au fost executate.

O problemă legată de exploatarea raţională este repartiţia optimă a sarcinilor între centralele interconectate şi între grupurile electrogene şi cazanele de abur ale unei centrale.

Pentru stabilirea parametrilor optimi de funcţionare şi a repartiţiei optime a sarcinilor trebuie ridicate toate curbele caracteristice de funcţionare a utilajelor (cazane, grupuri electrogene), lucru care pînă acum s-a făcut în foarte puţine dintre centralele electrice industriale şi care va trebui făcut de urgenţă.

b. Folosirea la maxim a termoficării conduce, după cum se ştie foarte bine şi nu mai este cazul să demonstrăm aci, la creşterea considerabilă a randamentului global. La noi în ţară există foarte multe industrii unde termoficarea ar putea fi folosită în condiţii extrem de avantajoase şi în care există totuşi producţia locală separată de energie electrică şi de abur, ba uneori aburul pentru procesul tehnologic sau încălzire se produce tot la parametrii necesari centralei electrice şi este apoi destins, cu pierderile corespunzătoare, în reductoare de presiune. Este cazul să citäm aci Rafinăria nr. 1. Ploeşti, Combinatul Metalurgic Hunedoara, etc. In asemenea cazuri trebuie examinată rentabilitatea reconstrucţiei instalaţiilor respective sau a suprapunerii unui ciclu înaintaş, precum şi posibilitatea (în cele mai multe cazuri sigur economică) a funcţionării turbinelor cu vid înrăutăţit. In ceea ce priveşte instalaţiile industriale noi, este de la sine înţeles că va trebui de la început să se facă un studiu tehnico-economic asupra modului de alimentare cu energie termică şi electrică a instalaţiilor şi să se prevadă termoficarea ori de cîte ori reiese economică.

c. Reconstrucţia instalaţiilor existente este deasemenea o cale de mărire a randamentului centralelor electrice. Un caz a fost arătat la pct. b precedent, dar sînt şi multe altele. Dispunem la noi în ţară de foarte multe centrale electrice cu parametrii scăzuţi şi randamente proaste. Trebuie totdeauna cercetat dacă o reconstrucţie, totală sau parţială, nu ar fi economică faţă de menţinerea instalaţiilor actuale (de ex. : schimbarea cazanelor de presiune scăzută cu altele moderne de presiunea ridicată şi folosirea unui grup turbogenerator înaintaş). Un caz tipic în ţara noastră îl constituie deasemenea existenţa de cazane destul de importante fără economizor şi preîncălzitor de aer. În enorma majoritate a cazurilor completarea cu aceste instalaţii este economică, destul de uşor de executat şi conduce la o ridicare simţitoare a randamentului.

Trebuie să arătäm că în centralele industriale existente, posibilităţile economice de ridicare sensibilă a randamentului sînt numeroase. Este important de ştiut că o scădere cu numai 1 % a consumului specific de combustibil în aceste centrale, reprezintă, la nivelul de producţie din 1956 al acestor centrale, o economie anuală de cca 8000 tone combustibil convenţional, iar la nivelul corespunzător producţiei lor în anul 1960, această economie se poate evalua la cca 10.000 tone combustibil convenţional.

Menţionäm că micşorarea consumurilor specifice de combustibil este cuprinsă, ca sarcină generală, în Directivele Congresului al II-lea PMR cu privire la cel de al II-lea plan cincinal.

4. *Interconctarea centralelor electrice.* Credem că este inutil să reamintim aici avantajele tehnice şi economice ale interconectării generale. Vom menţiona numai că interconectarea trebuie să se facă, în general, pentru întreaga putere a centralei electrice, pentruca centrala să poată debita totul în sistem, dacă, în caz de lipsă de putere în sistem, industria de care ţine centrala este mai puţin importantă

decît alţi consumatori ai sistemului. Fac excepţie centralele aparţinînd consumatorilor de categoria I, pentru care puterea staţiei de interconexiune poate fi mai mică decît puterea centralei, cu mărimea corespunzătoare rezervei necesare consumatorilor respectivi. Pentru executarea interconexiunilor trebuie să se facă şi un calcul tehnico-economic, însă în balanţă trebuie să intre nu numai avantajele economice, care nu pot fi bine prinse în cifre, în cazul de faţă, ci toate aspectele avantajelor pe care le prezintă o interconectare cît mai completă.

B. Probleme privind centralele termoelectrice

Pentru centralele termoelectrice sînt valabile cele arătate la paragraful A, punctul 2 (în ceea ce priveşte reparaţiile) şi pct. 3, aşa că nu vom mai reveni. Este interesant de arătat că în centralele termoelectrice situaţia existentă este şi mai rea decît în centralele electrice şi se poate realiza uşor scăderea consumului specific de combustibil.

C. Probleme privind recuperările secundare de energie.

În procesele tehnologice industriale şi, într-o măsură mai mică şi în centralele electrice, există încă imense cantităţi de energie care se pierd, în special energie termică. Vom cita numai cîteva exemple:

— Energia termică corespunzătoare căldurii sensibile (căldura sensibilă este cantitatea de căldură conţinută într-un purtător oarecare de energie şi care poate fi obţinută prin răcirea lui la presiune constantă pînă la temperatura mediului ambiant) cu care unele produse industriale sau deşeuri ies din procesul tehnologic de producţie: cocsul (energie complet pierdută cînd stingerea acestuia se face cu apă în loc de a se folosi, de pildă, uscarea cu gaze inerte care să încălzească apoi un cazan de abur sau un alt schimbător de căldură), carbidul, klinkerul, zgurile (în special cele din metalurgia neferoasă) etc.

— Căldura sensibilă a lingourilor care nu merg direct şi imediat în continuare la o prelucrare la cald (laminare).

— Căldura sensibilă a gazelor arse (de la cuptoare de încălzire, cazane cu abur, etc.).

— Căldura sensibilă a fluidelor (în special apă) care au fost folosite pentru răcire în diverse procese tehnologice (cuptoare înalte, cuptoare Siemens-Martin, centrale termoelectrice cu condensaţie sau cu motoare Diesel, etc.).

— Presiunea reziduală a fluidelor care au prestat un serviciu oarecare (abur folosit la ciocane, prese, pompe, etc.).

— Presiunea cu care anumite produse fluide ies din procesul tehnologic de producţie (de exemplu în fabricaţia gazelor sintetice) sau de transport (de exemplu, presiunea gazelor naturale din conductele de transport poate fi folosită pentru producerea de energie, înainte ca gazele să fie arse sau utilizate în alte scopuri).

— Energia mecanică sau electrică obţinută la bancurile de probă pentru motoare de orice fel sau pentru generatoare electrice.

— Energia mecanică corespunzătoare frînării, recuperabilă în cazul tracţiunii electrice, etc.

Folosirea acestor energii reziduale are o importanţă imensă şi ea s-a realizat foarte puţin la noi, în schimb s-a realizat pe scară largă, în străinătate şi în special în U.R.S.S. Posibilităţile de utilizare sînt de două feluri:

1. Prin folosirea resursei secundare în scopul îmbunătăţirii randamentului tehnologic (bilanţului energetic) al procesului tehnologic care a dat naştere energiei reziduale respective (de exemplu: a. aerul pentru cuptorul rotativ de klinker poate fi încălzit prin răcirea klinkerului pînă la 200—250°C într-un al doilea cilindru rotativ de dimensiuni mai mici ca cel principal; b. apa de alimentare a cazanelor, aerul de combustiune sau combustibilii pot fi preîncălziţi cu ajutorul gazelor de ardere, etc.). În acest fel de utilizare se folosesc pe scară largă recuperatoarele, regeneratoarele şi preîncălzitoarele.

2. Prin folosirea resursei secundare pentru producerea de energie termică (apă caldă sau abur produs în cazane utilizatoare, şi folosiţi la încălzire şi procese tehnologice) sau electrică, utilizabile în general la alţi consumatori decît cel care generează resursa secundară.

Alegerea felului şi schemei de folosire a resurselor secundare trebuie să conducă la randamentul optim al ansamblului şi nu se poate face decît de la caz la caz, studiindu-se numeroase variante pe bază de calcule tehnico-economice detaliate. Această alegere depinde de:

— felul resursei secundare (căldura sensibilă, fluide sub presiune, energie mecanică sau electrică) şi regimul său de debit.

— procesul tehnologic al agregatului generator al resursei, secundare.

— parametrii principali ai resursei secundare (temperatura în cazul căldurii sensibile, temperatura şi presiunea în cazul fluidelor sub presiune) etc.

Nu este posibil în acest articol să intrăm în detalii privind folosirea resurselor secundare din industrie, însă trebuie arătat că, în general, folosirea în scopul îmbunătăţirii randamentului procesului tehnologic este mai favorabil decît folosirea pentru producerea de energie termică sau electrică. În adevăr folosirea resurselor secundare pentru mărirea randamentului procesului tehnologic pe de o parte, micşorează consumul specific al acestui proces, consum care în majoritatea cazurilor este de combustibil superior, iar pe de altă parte, există concordanţă între regimul de debit al resursei secundare şi procesul tehnologic consumator respectiv. În plus, în cazul folosirii de recuperatori, procesul tehnologic nu suferă nicio modificare. Din contră, în cazul folosirii resursei secundare pentru producţia de energie, concordanţa între regimul de debit al resursei secundare şi consumul de energie produsă pe baza acesteia nu este totdeauna realizabilă, ceea ce antrenează execuţia de instalaţii suplimentare iar economia ce se realizează corespunde unei micşorări a producţiei de energie într-o centrală electrică sau termică obişnuită, la care linia de politică de combustibil este de a se folosi combustibilii inferiori, aşa că în total rezultă o economie la aceştia din urmă, mai puţin valoroasă decît în primul caz. Folosirea resursei energetice pentru producerea de energie termică sau electrică prezintă însă avantajul că nu necesită niciun fel de schimbare în procesul şi agregatul tehnologic generator. Dacă însă din punct de vedere tehnologic sînt posibile astfel de schimbări (realizîndu-se atunci agregate energo-tehnologice) se pot obţine parametri mai favorabili pentru resursa secundară şi deci randamente mai bune la folosirea ei pentru producţia de energie. De exemplu, cazanele utilizatoare pot fi plasate nu la finele traseului gazelor arse în agregatul tehnologic, ci intercalate în însuşi procesul tehnologic.

Pentru a ilustra importanţa folosirii resurselor energetice secundare, vom cita numai că în resursele provenind de la un combinat siderurgic cu ciclu complet (cărbuni, minereu, furnale înalte, oţelării laminoare) se regăseşte mai mult de 60 % din energia combustibilului folosit, iar în cazul unei rafinării de petrol cu ciclu complet, 80 %. În general, pierderile de căldură în gazele de ardere ale proceselor pirotehnologice reprezintă 40 — 70 % (deobicei peste 60 %) din energia conţinută în combustibilul consumat, iar parametrii resurselor energetice secundare corespunzătoare (temperatura gazelor) sînt favorabili unei bune recuperări (250—1400°C). De exemplu, prin preîncălzirea aerului de ardere pînă la 400°C cu ajutorul gazelor ieşite din cuptoare cu 800—1000°C, se poate obţine 25—40 % economie de combustibil. În cazul recuperării prin producere de energie termică sau electrică, randamentul de producţie al acestor energii este mai mic decît în instalaţiile de producere normală, unde parametrii sînt la dispoziţia proiectantului. Totuşi economiile realizate pe această cale sînt şi ele extrem de importante de exemplu prin producerea de abur şi apoi de energie electrică cu ajutorul căldurii din gazele de ardere de la un cuptor de klinker, se pot produce 100 — 120 kWh/t de klinker produs, la un cuptor Martin 50 kWh/t de oţel produs etc.

Este rolul energeticienilor industriali de a întocmi şi analiza bilanţele energetice ale tuturor proceselor tehnologice şi de a studia apoi, neapărat mînă în mînă cu tehnologii, (care aici au cuvîntul cel mai greu de spus în determinarea posibilităţilor adoptării recuperării pentru tehnologie) care recuperări sînt economice şi ce soluţii se pot adopta pentru a se realiza randamentul energetic optim al producţiei industriale, trecîndu-se apoi la realizarea acestor soluţii, care

vor aduce economii excepţional de importante în consumul de combustibil al industriei.

D. Problema folosirii combustibililor rezultaţi ca produse secundare sau deşeuri ale producţiei principale.

Există o serie de procese tehnologice din care, pe lîngă produsul principal, rezultă ca produse secundare diverşi combustibili. Astfel, producţia fontei în furnalele înalte este însoţită de producţia de gaz de furnal, aceea a cocsului de gaz de cocs, producţia de carbid generează gaze combustibile, la înobilarea lignitului, la prelucrarea lemnului rămîn deşeuri combustibile, etc. Folosirea acestor combustibili, deşi aproape totdeauna foarte economică, nu este totuşi realizată în toate cazurile. Ţinem a sublinia cazul gazelor de furnale de la Reşiţa, a căror nefolosire parţială reprezintă o pierdere de cca 15 000—20 000 t combustibil convenţional anual, şi unde încă nu este studiată soluţia definitivă şi în aşteptare nu se face nici o lucrare de folosire, precum şi cazul gazului de cocs de la Hunedoara, unde lucrări de importanţă minimă care durează prea mult, împiedică folosirea sa, deşi numai la producţia actuală a cocseriei de la Hunedoara ar reprezenta o economie anuală de minimum 50 000 tone combustibil convenţional.

Pentru viitor, energeticii industriali vor trebui să studieze din timp folosirea optimă, completă şi de la început a tuturor combustibililor rezultaţi ca produse secundare sau deşeuri ale producţiei de bază şi care altfel se pierd (gaze aruncate în atmosferă) sau se degradează (deşeurile de lemn, lignit, etc.) cauzînd astfel importante pagube economiei naţionale.

E. Problema economiei de energie în instalaţiile consumatoare.

Această problemă a fost parţial atinsă la punctul C în care s-a vorbit despre posibilitatea măririi randamentului energetic al proceselor tehnologice industriale prin folosirea resurselor energetice secundare, care constituie una din cele mai importante posibilităţi de economie. Tot aşa de importantă este problema folosirii complexe energo-chimice a combustibililor. De exemplu, combinarea producţiei metalurgice cu producţia amoniacului sintetic pe baza folosirii gazului de cocs, economiseşte faţă de cazul producţiilor separate, 1—1,7 tone combustibil convenţional la tona de amoniac, randamentul energetic crescînd cu 40—70 %. Ca şi în problema utilizării resurselor secundare, astfel de soluţii trebuie examinate de energeticii industriali în strînsă colaborare cu tehnologii, putîndu-se găsi astfel rezolvările cele mai juste, atît din punct de vedere tehnologic cît şi din punct de vedere energetic.

Deasemenea, tot numai prin strînsă colaborare între tehnologi şi energeticienii industriali se pot aduce însemnate economii de energie, şi pe alte căi dintre care vom menţiona :

a) Folosirea de procedee tehnologice noi (în afară de cele arătate anterior). Uneori astfel de procedee este drept că nu reduc consumul specific de energie, însă, dacă au o productivitate mai mare şi conduc la un preţ de cost mai scăzut sau dacă permit fabricarea unui produs de calitate superioară, ele trebuie adoptate chiar în dauna consumului specific de energie. Aceste procedee sînt numeroase şi specifice fiecărei ramuri de producţie industrială.

b.) Alegerea agentului energetic care conduce la randamentul optim. Această chestiune se întrepătrunde cu cea precedentă, dar am ţinut totuşi să o menţionăm separat, avînd o importanţă deosebită şi vom cita numai trei exemple :

— folosirea încălzirii cu raze infraroşii sau prin curenţi de înaltă frecvenţă în o serie de procese tehnologice, în locul încălzirii în cuptoare cu gaze calde sau cu focare. In plus, prin aceste mijloace moderne calitatea procesului tehnologic este net superioară.

— Inlocuirea aerului comprimat la acţionarea anumitor utilaje (în special în industria minieră) prin energie electrică, ori de cîte ori condiţii speciale nu împiedică această înlocuire (de exemplu în mine, existenţa grizu-ului). In acest mod se elimină randamentul instalaţiei intermediare de compresoare iar pierderile prin reţeaua de tranport sînt mai reduse. Citâm că la o mină de cărbuni de adîncime din Republica Cehoslovacă, printr-o astfel de înlocuire, consumul, specific de energie pe tona de cărbuni extras a scăzut cu 20 %.

— Inlocuirea tracţiunii cu abur de pe căile ferate cu tracţiune electrică (sau eventual cu tracţiune prin locomotive Diesel electrice). Am citat acest exemplu deşi el nu face parte din energetica industrială ci din aceia a energeticii transporturilor, deoarece are o importanţă deosebită prin ponderea foarte mare pe care o are combustibilul folosit în tracţiunea pe cale ferată în balanţa combustibililor din R.P.R. Este suficient să arătăm că randamentul unei locomotive cu abur este de 6 %, pe cînd al tracţiunii electrice (ţinînd seama de randamentul locomotivei, al centralei electrice care o alimentează şi al transportului de energie) este de 15 % în cazul cînd energia electrică este produsă în centrale cu abur cu condensaţie, de 45 % cînd energia electrică este produsă în centrale de termoficare şi de 54 % în cazul cînd este produsă în centrale hidroelectrice (adică la ponderea actuală în R.P.R. a diverselor feluri de centrale citate, randamentul ar fi de cca 19 % şi ar creşte pe măsură ce, în conformitate cu linia desvoltării energetice, ar creşte ponderea producţiei în centralele de termoficare şi în cele hidroelectrice). Socotim inutil a mai arăta aici în detaliu restul avantajelor tracţiunii electrice : mărirea capacităţii de trafic a liniilor electrificate, sporirea vitezelor de transport, etc. Desigur electrificarea căilor ferate, deşi prezintă un randament mult sporit faţă de tracţiunea cu abur, nu este totdeauna rentabilă, ci, în general, numai pe liniile cu trafic mare şi cu rampe importante, un caz tipic la noi de electrificare rentabilă fiind linia Cîmpina-Predeal. Din punct de vedere al randamentului energetic, locomotiva Diesel electrică este şi ea foarte avantajoasă, avînd un randament de 20 %, dar ea are desavantajul folosirii unui combustibil superior faţă de cazul tracţiunii electrice.

c). Imbunătăţirea indicilor tehnologici a utilajelor existente şi a regimului de lucru al acestor utilaje, conduce totdeauna la mărirea productivităţii utilajului şi aproape întotdeauna şi la scăderea concomitentă a consumului specific de energie. Citâm : funcţionarea fără pauze şi încărcarea cuptoarelor electrice de oţel, carbid etc. la capacitatea lor nominală, sau chiar sensibil peste această capacitate (experienţele arătînd că nu se produce nicio deteriorare a utilajelor) şi scurtarea duratei şarjelor respective ; folosirea justă a capacităţii maşinilor-unelte prelucrătoare (prelucrarea pieselor pe maşini corespunzătoare dimensiunilor pieselor şi felului de prelucrare, în caz contrar motorul fiind supradimensionat faţă de puterea cerută lucrează cu randament mai mic decît cel normal al unei maşini unelte mai mici, precum şi cu un factor de putere mai scăzut) ; micşorarea pierderilor de căldură prin scăpări, pereţi etc. a utilajelor folosind energia termică (cuptoare de toate felurile) ; evitarea mersului în gol ; micşorarea şi eliminarea deşeurilor, etc.

In stabilirea regimului de lucru al utilajelor energeticii trebuie să mai fixeze cu tehnologii şi posibilitatea micşorării cererii de putere electrică sau de căldură în orele de vîrf ale curbei de sarcină electrică sau termică a sistemului energetic, respectiv al centralei de termoficare, din care se alimentează industria respectivă. Această reglare a curbei de sarcină a consumatorului, deşi nu se traduce prin o economie de energie în kWh sau kcal, reprezintă totuşi o economie, de investiţii în instalaţiile de producere ale sistemului energetic. Reglajul curbei de sarcină se poate obţine prin stabilirea utilajelor care pot fi oprite în timpul orelor de vîrf de sarcină ale sistemului. Eventual, pe baza unui calcul de rentabilitate global pe întreprinderea consumatoare şi sistemul energetic, se pot prevede în instalaţiile tehnologice anumite părţi, consumatoare importante de putere, care să aibă o capacitate puţin mai mare decît cea necesară unei funcţionări continue la debitul normal al instalaţiilor cu mers absolut continuu, şi care să producă (lucrînd numai în afara orelor de vîrf) materia necesară funţionării continue a acestor din urmă instalaţii, înmagazinată în mici depozite (bunkere) suplimentare. Este cazul de exemplu : al unor mori în fabricile de ciment. Nu este însă acceptabilă, din punctul de vedere al reglajului curbelor de sarcină, oprirea în orele de vîrf a utilajelor care lucrează cu parametrii ridicaţi de temperatură, pentrucă în acest caz se produc pierderi mari de căldură prin răcirea periodică a agregatelor. Este însă foarte posibil de reglat funcţionarea unor asemenea agregate (cuptoare electrice) astfel ca în timpul orelor de vîrf să se găsească în perioada de minim de consum.

d) Introducerea mecanizării, deşi în general măreşte consumul specific de energie, conduce foarte adesea la creşterea productivităţii agregatelor deservite şi prin aceasta deobicei şi la scăderea consumului specific de energie. Dat fiind că mecanizarea conduce la creşterea productivităţii muncii, ea trebuie în general adoptată chiar dacă rezultă un spor al consumului specific de energie, dar este economică pe ansamblu, în special în locurile de muncă cu condiţii grele, unde, chiar dacă nu apar avantaje economice, se îmbunătăţesc condiţiile de muncă.

e). Îmbunătăţirea modului de organizare a producţiei conduce la îmbunătăţirea indicilor tehnologici a utilajelor şi prin aceasta, cum s-a arătat mai sus, la economi de energie. De exemplu : o aprovizionare regulată cu materiale şi materii prime micşorează durata de mers în gol, o recepţionare conştiincioasă a materiilor prime permite aplicarea tehnologiei juste şi evitarea deşeurilor de fabricaţie, etc.

f). Introducerea acţionărilor electrice moderne, este deasemenea o cale de economisire a energiei. Vom cita aici numai cazul folosirii motoarelor sincrone care astăzi întîmpină încă opoziţia, chiar din partea unor energeticieni, fără a mai vorbi de tehnologi, atunci cînd se iese din domeniul obişnuit al folosirii motoarelor sincrone pentru pompe, compresoare şi ventilatoare şi este vorba de antrenări de utilaj cu şocuri de sarcină sau porniri mai dese. Teama decroşării motoarelor sincrone la variaţii de sarcină trebuie îndepărtată conform rezultatelor practice existente, dacă caracteristicile motorului au fost bine alese. Deasemenea pornirea motoarelor sincrone este astăzi practic dovedit, că se poate face fără inconveniente în asincron, prin cuplare directă la reţea, fără autotransformatori şi reactori. Semnalăm de exemplu posibilitatea folosirii motorului sincron la antrenări de laminoare, mori de concasare, instalaţii de foraj, etc.

În afară însă de economiile de energie ce se pot realiza prin metodele mai sus citate, în care colaborarea strînsă, permanentă între tehnologi şi energeticieni, este o condiţie sine qua non, există o serie de alte căi de realizări de economii care pot fi aplicate de energetici singuri. Dintre aceste căi vom cita mai jos, pe cele mai principale, pe scurt ele fiind în deobşte mai cunoscute :

a) Ameliorarea factorului de putere al instalaţiilor consumatoare în primul rînd prin metode naturale şi numai apoi prin metode artificiale :

— Folosirea de motoare sincrone, aşa cum sa arătat mai sus, în special cînd este vorba de puteri mai mari.

— Înlocuirea motoarelor asincrone supradimensionate pe baza unei cercetări sistematice a rentabilităţii, sau schimbarea definitivă sau prin comutator a conexiunilor lor din triunghiu în stea.

— Montarea de limitatori de mers în gol (prevăzuţi cu dispozitive de temporizare acolo unde este nevoie) ori de cîte ori procesul tehnologic permite (în special la maşini-unelte, transformatoare de sudură electrică, etc.) În acest scop, întreruptorii şi contactorii instalaţiilor respective trebuie să fie de bună calitate, rezistînd la anclanşări şi declanşării dese.

— Exploatarea justă a instalaţiilor energetice, prin fixarea regimului lor de funcţionare economică (de exemplu : conectarea la reţea a transforatoarelor după graficul de sarcină ; în industria petroliferă, folosirea celui de al doilea motor de foraj, numai după atingerea puterii primului motor, etc.).

— Folosirea de motoare compensate şi montarea, la motoarele asincrone, de compensatoare de fază (rotorice, excitatrice trifazate).

— Sincronizarea motoarelor asincrone de puteri mai mari.

— Repararea corectă (şi încercarea după reparaţii) a motoarelor asincrone (respectîndu-se mărimea întreferului şi a numărului de spire pe secţii), astfel încît curentul magnetizant să nu crească peste cel normal.

— Montarea de condensatori şi compensatori sincroni în punctele cele mai indicate, pe baza soluţiei celei mai economice, stabilită prin calculul echivalentului energetic al compensării puterii reactive.

De menţionat că ameliorarea factorului de putere de la valoarea medie actuală de 0,7 numai pînă la valoarea 0,8, reprezintă pentru economia naţională o micşorare a pierderilor anuale în reţele de ordinul 100 milioane kWh la nivelul consumului din 1956, şi cu cca 200 milioane kWh la nivelul de consum din 1960, ceea ce echivalează cu aproximativ 50.000 respectiv 100.000 tone combustibil convenţional economie anuală.

b) Repararea şi buna întreţinere a reţelelor electrice, termice, de aer comprimat, gaze şi apă, reprezintă deasemenea o micşorare a consumurilor de energie, în unele cazuri fiind necesare reconstrucţii şi sistematizării al acestor reţele, toate avînd drept scop eliminarea pierderlor prin neetanşeitate, izolaţie insuficientă, etc.

c) Trecerea reţelelor electrice la tensiuni superioare, lucru posibil în multe instalaţii existente (de exemplu : în instalaţiile petrolifere, reţelele, motoarele şi transformatoarele cu aparatajul anexă — minus unii reductori de tensiune pot fi trecute de la 500 la 1000 V ; în alte industrii, instalaţiile de 3 kV se pot trece deobicei la 6 kV, etc) face posibilă micşorarea pierderlor la actualele necesităţi de energie şi creşterea capacităţii reţelelor.

d) Întreţinerea şi exploatarea corectă a tuturor utilajelor electrice consumatoare (micşorarea pierderilor prin frecări, etc.) conduce deasemenea la economii de energie.

F. **Normarea consumului specific de energie în industrie.**

Realizarea cu succes a economiei de energie în industrie, adică a scăderii consumurilor specifice de energie, depinde în mare măsură de modul de normare şi control al realizării normelor de consum specific, întrucît o normă bine stabilită mobilizează personalul şi permite o justă retribuire a eforturilor sale în lupta pentru economie.

Normarea consumurilor de energie în industrie datorită rezervelor importante ce mai există încă în acest sector, este de aceea foarte importantă, şi în consecinţă energeticii industriali, în legătură cu tehnologii, trebuie să intensifice acţiunea, încă foarte slabă, în acest domeniu.

În acest scop vor trebui luate măsuri pentru montarea de aparate de măsură a energiei în toate punctele necesare pentru a se putea separa consumul diverselor agregate, procese tehnologice, secţii etc., după importanţa lor în consumul energetic, şi să se ţină o riguroasă evidenţă a acestor consumuri, în paralel cu evidenţa producţiei industriale a unităţilor corespunzătoare. Pe baza consumurilor specifice astfel determinate, va trebui să se construiască caracteristice energetice respective şi pe baza lor să se fixeze periodic o normă progresivă. Într-o a doua etapă, va trebui să se treacă la analiza consumurilor specifice realizate, prin măsurarea şi calculul diverselor elemente din bilanţul energetic al procesului tehnologic respectiv, comparîndu-se aceste elemente cu acelea teoretice sau realizate în alte întreprinderi similare fruntaşe, detectîndu-se elementele cu randament scăzut şi luîndu-se măsurile necesare de îmbunătăţire. La această acţiune de analiză şi măsuri de îmbunătăţirea, tehnologii şi energeticienii trebuie să lucreze în strînsă colaborare.

G. **Introducerea tehnicii noi.**

Problema introducerii tehnicii noi în domeniul producerii energiei, a recuperării resurselor energetice secundare din industrie, a tehnologiei industriale, etc. a fost tratată în paragrafele anterioare. Aici vom mai cita automatizarea şi citeva alte aspecte de tehnică nouă care interesează instalaţiile pur energetice şi a căror aplicare în practică conduce la mărirea siguranţei de alimentare a consumatorilor, la uşurare în exploatare şi la reducerea numerică a personalului respectiv.

Folosirea anclanşării automate a rezervei, (transfrmatoare, linii electrice de alimentare, etc) permite să nu se ţină sub tensiune slab încărcate, cu pierderile de energie aferente, utilajele de rezervă, ci ele să intre automat în funcţiune, imedit ce este nevoie.

Autosincronizarea maşinilor sincrone (generatoare, compensatoare, motoare) este o metodă de exploatare relativ nouă care s-a consacrat prin experienţă ca fiind aplicabilă pe scară largă (în exploatare normală, la toate hidrogeneratoarele şi grupurile Diesel, la turbogeneratoarele termice lucrînd bloc cu transformatoarele lor precum şi la turbogeneratoarele termice pînă la 3000 kW cuplate direct la bare, iar în caz de avarie în sistem la orice grup electrogen) cu avantaje serioase

față de sincronizarea exactă. Această metodă a fost aplicată și la noi în țară dar ritmul de aplicare este încă nesatisfăcător.

Reanclanșarea automată rapidă a liniilor electrice după declanșările provocate de scurtcircuite, asigură într-un mare număr de cazuri restabilirea alimentării consumatorilor fără ca practic întreruperea să fie resimțită de aceștia. Statistica arată că marea majoritate a scurtcircuitelor este datorată arcului electric care se stinge odată cu întreruperea tensiunii pe linie, astfel încît cu reapartiția tensiunii prin reanclanșare, funcționarea liniei continuă în condiții normale.

Reanclanșarea automată se realizează fie trifazic, fie monofazic. Reanclanșarea trifazică, cea mai simplă și cea mai des întîlnită în instalațiile industriale, se aplică la toate liniile alimentate de la un singur capăt, dar poate fi aplicată și pe liniile de interconexiune, cu sau fără controlul sincronismului. Este recomandabilă utilizarea de preferință a reanclanșării fără controlul sincronismului, deoarece este cea mai simplă, în toate cazurile în care șocul de curent ce rezultă în momentul cuplării, în condițiile cele mai grele, nu depășește de cinci ori curentul nominal în cazul turbogeneratoarelor și de 3 ori în cazul hidrogeneratoarelor.

Reanclanșarea monofazică, mult mai complicată ca realizare, are față de cea trifazică unele avantaje, dintre care cel mai important este acela că asigură menținerea legături între centrale sau alimentarea consumatorilor în cazul scurtcircuitelor monofazice și bifazice.

Pentruca introducerea reanclanșării liniei de transport și distribuție să dea efecte complete, trebuie coordonată cu introducerea largă a unei serii de automatizări la instalațiile consumatorilor. Dintre acestea citâm :

— *Reanclanșarea automată a transformatoarelor* în stații și posturi, în cazul defectelor exterioare.

— *Reanclanșarea automată a barelor.*

— *Reanclanșarea instalațiilor consumatoare*, fie sub forma reanclanșării liniilor de alimentare, fie sub forma reanclanșării pe grupuri de consumatori, fie sub forma reanclanșării individuale a motoarelor ; prin asemenea reanclanșări se reduce numărul și durata întreruperilor, se simplifică manevrele de repunere în funcțiune a instalațiilor și se reduc astfel pierderile de producție provocate de defectele din instalațiile energetice.

— *Autopornirea motoarelor electrice* asigură, prin suprimarea protecției de minimă tensiune la consumatorii foarte importanți, repornirea imediată a motoarelor în momentul revenirii tensiunii, evitîndu-se astfel consecințele ieșirii din funcțiune a consumatorilor vitali. Aplicarea autopornirii are avantaje față de reanclanșarea automată a motoarelor, întrucît nu necesită scheme speciale de automatizare. Această metodă dă rezultate foarte bune atît în industrie cît și în aplicarea ei la serviciile interne ale centralelor electrice.

Automatizarea stațiilor electrice de transformare și conexiune cu scheme permițînd fie telecomandarea lor, fie numai semnalizarea de avarie sau de supraîncărcare, permite economii la personalul de exploatare energetic.

Automatizarea cazanelor a fost citată la paragraful A. Trebuie să adăugăm ca o metodă de tehnică nouă *automatizarea instalațiilor tehnologice* care conduce la un proces tehnologic ameliorat și la o scădere a personalului necesar. Energeticienii industriali trebuie să sprijine pe tehnologi în realizarea acestor automatizări.

CONCLUZII.

Rezultă din cele mai sus arătate că problemele care stau în cursul celui de al doilea plan cincinal în fața energeticienilor industriali sînt de o deosebită importanță.

Ele sînt enunțate în general în Directivele Congresului al II-lea al PMR privind cel de al doilea plan cincinal de dezvoltare a economiei naționale (micșorarea consumurilor specifice de energie și combustibil, introducerea tehnicii noi, folosirea la maxim a capacității instalațiilor etc., care toate au drept scop micșorarea prețului de cost și mărirea productivității muncii), iar în cuprinsul articolului de față ele au fost numai scoase în evidență sub aspectul interesînd energetica industrială, dîndu-se și unele indicații generale asupra metodelor tehnice care pot fi utilizate pentru rezolvarea lor.

Spre a putea ataca aceste probleme și a duce la bun sfîrșit sarcinile care rezultă, energeticienii industriali trebuie :

— să-și însușească cît mai temeinic problemele tehnologice din ramura în care lucrează și care sînt conexe cu domeniul energetic ;

— să se țină permanent la curent cu studiile și cercetările de tehnică nouă ce se fac în străinătate și la noi în țară în domeniul energeticii industriale și cu realizările respective, să contribuie în mod activ la cercetări și să devie agentul motor pentru introducerea în întreprinderile lor a tuturor ameliorărilor rentabile ;

— să organizeze conform necesităților unitățile energetice subordonate și să introducă în practică, în mod critic, prescripțiile, normele și instrucțiile tehnice necesare unui mers economic și rațional al instalațiilor energetice și energotehnologice (solicitînd și contribuind la modificarea lor, atunci cînd progresul tehnic, nevoile economiei naționale și experiența dovedesc această necesitate de modificare) ;

— să urmărească, în general, realizarea celor mai buni indici ai procesului energetic industrial.

Pentruca energeticienii industriali să poată realiza aceste sarcini, este nevoe însă să li se creeze condițiile necesare. În acest scop, noi credem că este rolul Comitetului de Stat al Planificării și al Inspecției Energetice de a întreprinde și susține activ :

— lămurirea tehnologilor și conducătorilor din Ministere, Direcții Generale și Întreprinderi, asupra importanței economice a problemelor energeticei industriale, pentruca astfel ei să sprijine acțiunea energeticienilor industriali colaborînd strîns cu ei la executarea de studii, aplicarea de măsuri, organizarea energetică, etc ;

— dotarea întreprinderilor cu aparatele de măsură și control necesare problemelor energetice ;

— fabricarea (sau la nevoie importul) de utilaje necesare ameliorării procesului tehnologic și energetic ;

— organizarea (scheme de personal și fonduri de salarizare și premiere) unităților energetice ;

— creiarea de grupe de studii, cercetări și proiectări în Institutele Departamentale, grupe care să se specializeze în problemele energeticei industriale ;

— executarea de studii în institutele de specialitate ale Academiei RPR, în special în problemele de folosirea resurselor secundare energetice în industrie.

Numai în acest fel, problemele de energetică industrială vor putea fi duse cu succes la rezolvare, din ce în ce mai bine, spre folosul economiei naționale, a tuturor oamenilor muncii din țara noastră.

Recuperarea pierderilor de căldură în industria chimică

Ing. GH. CHIVU

Industria chimică este una din ramurile industriale cu cel mai mare consum de căldură, dar în acelaşi timp şi cu mari posibilităţi în ceea ce priveşte mărirea randamentului termic global prin recuperarea pierderilor de căldură. După o expunere generală a problemei şi a direcţiilor posibile de utilizare a pierderilor de căldură se aduc cîteva exemple din industria azotului.

Industria chimică este industria cu cel mai mare consum specific de căldură şi ca urmare, industria cu cele mai mari posibilităţi în recuperarea şi utilizarea căldurii reziduale, rezultată în diversele procese de fabricaţie. De exemplu, un combinat chimic, cu o capacitate de producţie de 450 000 t îngrăşăminte azotoase pe an (200 000 t amoniac) consumă circa 700 000 t de combustibil anual, sau în condiţiile din ţara noastră unde baza de materii prime pentru fabricarea îngrăşămintelor azotoase este gazul metan (gazele naturale), un astfel de combinat ar consuma circa 260 000 000 m^3/an gaz metan numai pentru producerea gazului tehnologic necesar sintezei amoniacului.

O mare parte din căldura furnizată de arderea combustibilului, sau degajată în procesele tehnologice în industria chimică, pînă la 60% se pierde cu gazele de ardere sau gazele tehnologice fierbinţi, cu aburul secundar sau utilizat, cu apa caldă de la răcire, cu produsele calde etc.

In industria chimică, o mare parte din procesele tehnologice au loc cu o importantă degajare de căldură (reacţii exotermice) sau au loc la temperaturi ridicate.

Cuptoarele industriale, în mod obişnuit, utilizează căldură cu un potenţial termic ridicat, astfel încît gazele de ardere evacuate din cuptor au o temperatură de 800 — 1000°C.

Cu căldura gazelor de ardere, la cuptoarele industriale fără recuperarea căldurii reziduale, se pierde pînă la 40 — 70% din puterea calorifică a combustibilului, adică cuptoarele funcţionează cu un randament termic de 3 — 4 ori mai scăzut decît cuptoarele prevăzute cu instalaţii de recuperarea căldurii.

Prin recuperarea căldurii reziduale a gazelor de ardere se măreşte foarte mult randamentul termic al cuptoarelor industriale, rezultînd o economie de sute de mii de tone combustibil pe an (pentru R.P.R.).

Ca resurse energetice termice secundare care pot face obiectul unei recuperări de căldură în industria chimică se pot enumera:

1. Căldura gazelor de ardere şi căldura gazelor tehnologice fierbinţi.
2. Căldura produsă de reacţiile exotermice în diverse procese tehnologice.
3. Căldura aerului cald provenind de la răcirea cuptoarelor (exemplu prăjirea piritei).
4. Căldura aburului secundar şi a aburului utilizat.
5. Căldura condensatului din instalaţiile tehnologice, şi din instalaţiile de încălzire centrală.
6. Căldura produselor calde (carbura de calciu, zguri etc.)
7. Căldura apei de răcirea agregatelor sau a produselor tehnologice fluide.

Recuperarea căldurii reziduale a diverselor produse (gazoase, lichide sau solide), se face fie din motive economice, fie din motive tehnologice, pentru a răci produsul pînă la temperatura cerută de regimul normal al procesului.

In procesele de recuperarea căldurii reziduale se recuperează căldura gazului cuprinsă între temperatura de intrare şi temperatura de ieşire din recuperator.

Deşeurile de căldură pot fi restituite procesului tehnologic din care provin—direcţia tehnologică de utilizare—sau pot fi folosite în procese energetice exterioare cînd căldura recuperată este folosită în vederea producerii de abur sau apă caldă care va ceda căldura unui alt agregat decît cel de la care provine.

Cea mai raţională este utilizarea căldurii deşeu în direcţia tehnologică, deoarece agentul purtător de căldură are de parcurs drumul cel mai scurt cu pierderi minime, dîndu-se în afara agregatului tehnologic numai surplusul de căldură.

La recuperarea tehnologică, economia de combustibil se realizează la agregatul de la care provin pierderile de căldură recuperată, pe cînd la recuperarea energetică economia de combustibil se realizează în cadrul agregatului energetic care produce aburul sau apa caldă.

Combinarea schemei tehnologice de fabricaţie cu schema energetică măreşte apreciabil randamentul termic al instalaţiei, (exemplu recuperarea căldurii gazului cracat cu producere de abur pentru răcirea gazului înainte de intrarea în convertorul de CO).

Cea mai raţională schemă, cînd gazele fierbinţi au o temperatură mai ridicată şi un debit mare, este recuperarea căldurii reziduale cu producerea de abur de presiune înaltă (mai mare de 25 ata), care se destinde într-o turbină cuplată cu un generator, producînd energie electrică şi abur de presiune joasă, care este folosit în procesul tehnologic şi în afara instalaţiei. Căldura

reziduală recuperată poate fi utilizată pentru diverse scopuri ca :

Scopuri tehnologice :

— producerea aburului şi utilizarea acestuia în scopuri tehnologice ;

— preîncălzirea aerului de combustiune ;

— preîncălzirea combustibilului gazos ;

— preîncălzirea materiilor prime sau produselor intermediare ;

— uscarea produselor.

Scopuri energetice :

— pentru producerea aburului utilizat în afara instalaţiei care îl produce ;

— pentru producerea aburului şi energiei electrice în regim de termoficare ;

— pentru încălzirea încăperilor industriale, sociale şi locuinţe ;

— pentru cultura legumelor pe timp de iarnă.

1. Recuperarea căldurii gazelor fierbinţi şi instalaţii recuperatoare

In cuptoarele industriale în general, se utilizează căldură cu un potenţial termic ridicat, temperatura gazelor de ardere fiind de 800 — 1 000°C, de aceea, pentru mărirea randamentului proceselor pirotehnologice, trebuie introdusă recuperarea căldurii fizice a gazelor de ardere.

Cu căldura gazelor de ardere, atunci cînd nu se face recuperarea se pierde circa 40 — 70% din valoarea termică a combustibilului tehnologic.

Pentru mărirea randamentului termic al cuptorului şi deci şi pentru economie de combustibil, se recomandă, restituirea în cuptor a unei părţi din căldură conţinută de gazele de ardere prin preîncălzirea în recuperator a aerului necesar arderii combustibilului şi prin preîncălzirea combustibilului (cînd acesta este gazos).

Preîncălzirea aerului aduce o economie de combustibil, ridică temperatura gazelor de ardere, accelerează prin aceasta procesul de încălzire, mărind producţia cuptorului, permite folosirea combustibililor locali cu putere calorifică mică.

Recuperarea căldurii gazelor de ardere, se poate face în scopul producerii aburului, preîncălzirii aerului şi a gazului combustibil, preîncălzirea materiilor prime, uscarea diferitelor produse, preîncălzirea apei şi pentru alte scopuri.

Incălzirea aerului şi a gazului combustibil se face pînă la o anumită temperatură limită, încălzirea la temperaturi mari necesitînd suprafeţe mari de schimb de căldură, deoarece cu mărirea temperaturii de încălzire se micşorează diferenţa de temperatură dintre agentul încălzit şi cel încălzitor.

Recuperarea căldurii în recuperatoare de producerea aburului se face numai cînd temperatura gazelor de ardere este mai mare de 400°C ; sub 400°C se recomandă preîncălzirea apei şi uscarea materialelor umede.

Temperatura minimă admisibilă a gazelor de ardere la evacuarea din instalaţia de recuperarea căldurii reziduale este de 150 — 200°C şi de obicei de circa 250°C (nu trebuie scoborîtă temperatura gazelor de ardere sub punctul de rouă) ; (condensarea vaporilor de apă).

Cînd temperatura gazelor de ardere este mai mare de 500°C este economic a se introduce în cazan recuperator. Sub 500°C problema recuperării va fi hotărîtă prin calculul tehnico-economic, deoarece se obţin debite specifice de abur relativ mici. Din punct de vedere al materialului de construcţie, din care sînt confecţionate, recuperatoarele se împart în recuperatoare metalice şi recuperatoare ceramice.

Recuperatoarele ceramice sînt întrebuinţate din ce în ce mai puţin, domeniul lor de utilizare limitîndu-se numai la cazurile cînd condiţiile tehnologice de încălzire cer preîncălzirea aerului la o temperatură mai mare de 500 — 700°C.

Cele mai răspîndite sînt recuperatoarele metalice care tind să le înlocuiască pe cele ceramice chiar şi la temperaturi mai ridicate.

Recuperatoarele metalice se împart în : recuperatoare de fontă, cu ace sau aripioare, şi recuperatoare tubulare de oţel.

Pentru recuperarea căldurii în scopuri energetice se utilizează cazane de recuperare producătoare de abur.

Cazanele de recuperare cu abur sînt utilizate pentru surse cu un debit de cel puţin 5 000 N m³/h gaze de ardere şi o producţie de abur de circa 1 t/h, pentru gaze cu temperatura de cel puţin 450 — 500°C evacuate din agregatul care le produce la presiunea atmosferică sau chiar 300 — 350°C cînd gazele ies cu o suprapresiune din agregat.

Eficacitatea cazanelor de recuperare este determinată în primul rînd de căderea de temperatură, a gazelor de ardere şi de energia cheltuită de ventilatoarele pentru tiraj şi de pompele de alimentare. Cazanele recuperatoare producătoare de abur, se împart în următoarele categorii : cu ţevi de fum (ignitubulare), cu ţevi de apă (acvatubulare) şi cu circulaţie forţată.

La cazanele cu ţevi de fum, gazele fierbinţi trec prin ţevi cu o viteză de 5 —7 Nm/s. Cazanele cu ţevi de fum se recomandă de tip vertical avînd un gabarit redus, curăţire uşoară.

Cazanele de fum se întrebuinţează pînă la presiunea de circa 15 ata şi pentru capacitatea de 5 — 6 t/h abur. Cazanele cu ţevi de apă necesită suprafaţă mare, zidărie scumpă şi nu au o etanşeitate perfectă.

Cazanele cu circulaţie forţată se întrebuinţează numai la capacitate mare şi mai ales la un potenţial termic ridicat al gazelor fierbinţi, precum

şi cînd se urmăreşte obţinerea aburului de presiune mare, avînd în vedere şi recuperarea sub formă de energie electrică. Circulaţia de apă este de circa 7 ori pe oră faţă de debitul de abur.

Cu titlu informativ, se indică un nou tip de recuperator — preîncălzitor de aer — care foloseşte ca agent termic bile metalice de 8 — 10 mm ∅ care curg în curentul de gaze fierbinţi şi sînt ridicate din nou cu ajutorul unui elevator încălzind aerul necesar combustiunii; mişcarea masei de bile prin canalele de gaze fierbinţi şi prin cele de încălzirea aerului este continuă şi constantă. Preîncălzitorul de aer cu bile este format dintr-o cutie metalică de secţiune pătrată în interioriul căreia sînt patru rînduri de jghiaburi. Datorită suprafeţei mari a agentului termic granular (1 m^3 de bile ∅ 8 mm are o suprafaţă de primirea şi cedarea căldurii de circa 390 m^2) şi a coeficientului de transmisie de circa 20 — 25 kcal/m^2 h°C; randamentul termic al agregatului cu preîncălzitorul de aer cu bile este de 85 — 90% mergînd cu răcirea gazelor pînă la 50 — 70°C (puţin deasupra punctului de rouă) [5].

2. Utilizarea aburului secundar şi de evacuare

Aburul secundar şi aburul de evacuare, deşi are o temperatură joasă, are totuşi o valoare energetică mare.

Aburul utilizat serveşte la încălzitul clădirilor industriale, sociale, locuinţe, încălzirea apei de alimentarea cazanelor, încălzirea serelor şi pentru alte nevoi tehnice. Aburul tehnologic secundar se poate utiliza în aceeaşi instalaţie, exemplu, la fabricarea azotului de amoniu.

In industria chimică, în multe cazuri, căldura aburului secundar se întrebuinţează la evaporarea în mai multe trepte. Aburul secundar din primul evaporator, trece în corpul de încălzire al evaporatorului doi şi din acesta trece în al treilea evaporator, utilizînd abur viu (proaspăt) numai la încălzirea primului evaporator.

Potenţialul termic al aburului secundar sau utilizat poate fi simţitor mărit prin transformatori de căldură, care îi măresc presiunea.

3. Utilizarea căldurii condensatului

La întreprinderile din industria chimică care sînt mari consumatori de căldură sub formă de abur, rezultă cantităţi mari de condensat care se colectează şi se trimit din nou la alimentarea cazanelor de abur. Cînd condensatul se impurifică cu substanţe chimice, atunci se poate utiliza pentru încălzirea centrală a clădirilor sau pentru preîncălzirea suplimentară a apei de alimentare a cazanelor.

4. Utilizarea căldurii apei de răcire

Industria chimică consumă multă apă de răcire, în special pentru eliminarea căldurii produsă în procesele tehnologice prin reacţii exotermice.

Apa de răcire evacuată din diversele instalaţii are temperaturi cuprinse între 35°C şi 50°C şi mai rar chiar pînă la 100°C.

Apa de răcire cu temperatură mai ridicată se poate folosi parţial pentru încălzire, adică o utilizare cu caracter sezonier pentru scopuri tehnologice, pentru instalaţiile frigorifice de absorbţie, pentru încălzirea serelor de legume în timpul iernii şi altele.

O întrebuinţare mai raţională permanentă, ar fi utilizarea apei calde de răcire ca apă brută pentru epurarea chimică a apei de alimentarea cazanelor de abur ale centralei termoelectrice, economisind astfel o cantitate mare de abur care s-ar consuma altfel pentru încălzirea apei.

5. Utilizarea deşeurilor de căldură din industria chimică în cultura legumelor

Producerea legumelor trufanda (toamna, iarna şi la începutul primăverii), necesită cantităţi mari de combustibil pentru încălzirea serelor şi răsadniţelor.

In medie se consumă circa 370 000 kcal/h pentru 1 000 m^2 de seră sau pentru 10 ha de seră 37 000 000 kcal/h, ceea ce înseamnă 5,3 t combustibil convenţional, producîndu-se circa 250 t legume la ha/an. Minimum 60% din preţul de cost al legumelor cultivate în timpul iernii reprezintă costul combustibilului necesar încălzirii serelor şi răsadniţelor.

Prin utilizarea deşeurilor de căldură din aburul utilizat, condensatul de abur, apa de răcire etc. rezultate în unele fabrici din industria chimică, pentru încălzirea serelor şi răsadniţelor, pentru cultivarea legumelor se va economisi o mare cantitate de combustibil, obţinîndu-se pe timp de iarnă, cu cheltuieli foarte mici, cantităţi mari de legume. Cu acest mod de utilizare a deşeurilor de căldură, în vecinătatea marilor fabrici chimice, pot lua naştere mari combinate de sere şi răsadniţe, care pot aproviziona tot timpul anului cu legume proaspete şi ieftine populaţia oraşelor şi centrelor industriale.

Investiţiile necesare pentru sere pot fi amortizate într-un singur an. Venitul anual al unei sere de 10 000 m^2 ar fi de circa 3,5 miloane lei.

6. Exemple de recuperarea căldurii in industria azotului

Se va arăta pe scurt unele din resursele termice secundare din industria azotului şi sistemele de recuperarea acestor pierderi de căldură.

A. **Industria azotului** — fabricarea amoniacului, fabricarea acidului azotic şi a îngrăşămintelor azotoase — este o importantă sursă de resurse energetice secundare şi într-o jumătate de seccol, de la aplicarea sintezei amoniacului pînă astăzi, problema recuperării căldurii reziduale a fost mereu în atenţia termoenergeticienilor şi a tehnologilor, din cauza cantităţilor mari de căldură care se consumă şi care se produc în cursul proceselor de fabricaţie.

Pentru a ne da mai bine seama de importanţa valorificării acestor resurse energetice secundare, se va analiza problema recuperării căldurii pentru un mare combinat de îngrăşăminte azotoase cu fabricarea amoniacului sintetic pe bază de gaz natural (gaz metan), ca materie primă, cu o capacitate de producţie de 200 000 t amoniac pe an sau 24 t NH_3/h.

Necesarul de gaz metan, la un consum specific de 1 300 m^3/1tNH_3 este de 260 000 000 m^3/an sau 31 000 m^3/h, din care pentru producerea gazului tehnologic 18 000 m^3/h şi pentru încălzirea sobei de cracare 13 000 m^3/h.

Prin recuperarea căldurii gazelor de ardere şi prin recuperarea căldurii gazului tehnologic în instalaţia de cracarea gazului metan, se produc 3,9 t/1 t NH_3 abur de 13 ata sau 93,6 t/h respectiv 780 000 t abur de 13 ata pe an.

Consumul specific de abur de 5 ata pe 1 t NH_3 este de 2,6 t/t NH_3 sau 61,4 t/h deci un surplus de 32 t abur/h pentru scopuri în afara procesului tehnologic.

Tot în instalaţia de producerea gazului brut de sinteză (instalaţia de cracare) la răcirea finală a gazului tehnologic în scrubere se obţine ca deşeu de fabricaţie o cantitate de 1 100 m^3/h apă caldă cu o temperatură de 70 — 80°C care este folosită ca agent de încălzire.

Procesul tehnologic schematic al crarării gazului metan pentru producerea gazului brut de sinteza amoniacului este următorul:

— Gazul metan se saturează prin stropire cu apă de 80 — 90°C (de la răcitorul final), trece printr-un schimbător de căldură unde se preîncălzeşte pînă la circa 400°C în contra curent cu gazul convertit care are o temperatură de 450°C la intrare şi 280°C la ieşire, se purifică de sulful organic în instalaţia de desulfurare. Gazul metan desulfurat se amestecă cu abur supraîncălzit la 400°C cu ajutorul gazului convertit şi se introduce în cuptorul tubular de cracare unde în prezenţa catalizatorului de nichel, la 750°C are loc disocierea în CO, CO_2. şi H_2 Reacţia de cracare fiind endotermă se încălzesc ţevile de cracare prin arderea gazului metan în cuptor. Gazul tehnologic obţinut trece în soba de ardere finală unde are loc ardera oxigenului introdus cu aerul pentru a-i da azotul necesar — reacţie puternic exotermică — şi pentru disocierea CH_4 rămas. Temperatura gazului tehnologic este de la 750°C pînă la circa 1 000°C. După soba de ardere finală gazul trece printr-un recuperator de căldură (cazan de abur tubular) răcindu-se de la 1 000°C pînă la 400°C temperatură cu care intră în convertorul, pentru transformarea CO în CO_2 — reacţie exotermică. Gazul covertit cu temperatura de 450°C trece prin schimbătoare de căldură care preîncălzesc gazul metan şi aburul necesar procesului de disociere cu abur, de unde iese la o temperatură de 280°C şi intră în cîte 2 scrubere succesive unde se răceşte pînă la 25°C.

In instalaţia de producerea gazului de sinteză (instalaţia de cracare) se face recuperarea căldurii gazelor calde în următoarele agregate:

a) In saturator, unde gazul metan, prin stropire cu apă fierbinte — încălzită la 80—90°C în răcitorul final pentru răcirea gazului convertit — se saturează cu circa 0,2 kg. vapori de apă pe 1 m^3 CH_4, deci în total 0,2 × 18 000 = = 3 600 kg/h vapori de apă la 80°C.

b) In preîncălzitorul de gaz metan, unde gazul metan, saturat se încălzeşte cu gazul convertit, de la 80° la circa 400°C.

c) In supraîncălzitorul de abur, unde aburul saturat de 4 ata se încălzeşte pe seama gazului convertit pînă la 400°C; cantitatea de abur necesară procesului ce se supraîncălzeşte pe seama gazului convertit, este de circa 36 t/h.

d) In recuperatorul de gaz cracat unde gazul tehnologic se răceşte după soba de ardere finală de la 1 000°C la 400°C, temperatură la care trebuie răcite gazele înainte de a intra la conversia CO. Recuperatorul este un cazan în care se produce abur de 13 ata, care se folosesc în evaporatoare la fabrica de azotat de amoniu.

e) In răcitorul final tip scruber în care se răceşte gazul convertit de la 280°C la 25 °C. Aci rezultă circa 1 100 m^3 apa caldă de 80°C care este folosită ca agent de încălzire în instalaţia de regenerare pentru încălzirea soluţiei cupro-amoniacale, economisînd astfel o cantitate de circa 20 t abur/h, la saturarea gazului metan şi ca apă caldă care intră la tratare pentru deduri-zare.

f) In recuperatorul de gaze de ardere, cazan de abur tubular, în care se recuperează căldura gazelor de la cuptorul de cracare care intră în recuperator cu temperatura de 900°C şi ies cu temperatura de circa 250°C producînd abur de 13 ata folosit la fabrica de azotat de amoniu.

Pentru a vedea mai clar posibilităţile existente de recuperarea căldurii reziduale la fabricarea amoniacului sintetic, la producerea gazului de sinteză prin cracarea gazului metan cu vapori de apă, se redă bilanţul termic orar la uzina de 200 000 t NH_3/an pentru agregatele principale din insatalaţia de cracare.

Sistemele de recuperarea căldurii reziduale a gazelor de ardere şi a gazului tehnologic, după soba de ardere finală, sînt aci presupuse sub formă de cazane de abur ignitubulare; totuşi, analizînd datele bilanţului termic al sobei de cracare, de unde se vede că se dispune de o cantitate foarte mare de căldură la un potenţial termic ridicat (900°C), se pare că cel mai indicat sistem de recuperarea căldurii ar fi printr-o instalaţie de recuperare cu producerea aburului de înaltă presiune (peste 25 ata) folosit mai întîi pentru producerea de energie electrică în turbogeneratoare şi utilizarea aburului destins pînă la o presiune de 4—6 ata pentru scopuri tehnologice şi ca agent termic în instalaţie sau în alte locuri în afara instalaţiei.

—In sobele de sinteză, reacţia de sinteză $N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3 + 22$ kcal este puternic exotermică eliberîndu-se circa 750 000 kcal la 1 tonă de amoniac format.

Randamentul maxim la sinteză, se obţine ridicînd temperatura gazului în spaţiul de cataliză la 500—600°C pentru a mări viteza de reacţie şi scăzînd apoi temperatura pînă la 450°C pentru a mări conţinutul de amoniac. Pentru aceasta s-a introdus preîncălzirea gazului înainte de a intra în spaţiul de cataliză cu gazul ieşit din spaţiul de cataliză. In modul acesta gazul la intrarea în spaţiul de cataliză se preîncălzeşte în schimbătorul de căldură pînă la temperatura optimă de reacţie pe seama gazului reacţionat, care se răceşte pînă la temperatura optimă pentru echilibrul termodinamic.

In anul 1950 a apărut un nou tip de sobă de sinteza amoniacului în care reglarea temperaturii în spaţiul de cataliză se face utilizînd căldura de reacţie pentru producerea aburului de înaltă presiune (pînă la 100 ata) prin introducerea între straturile de catalizator a unor serpentine cu circulaţie forţată de apă.

In coloanele de sinteză de acest tip se poate obţine pînă la 0,9 t de abur pe tona de amoniac produs.

B. **Fabricarea acidului azotic diluat.** Oxidarea amoniacului cu oxigenul din aer în elementele de ardere (aparatul de contact) se face cu mare degajare de căldură, după reacţia:

$$4\,NH_3 + 5\,O_2 = 4\,NO + 6\,H_2O + 216\,700 \text{ cal.}$$

fiind puternic exotermică

Temperatura gazelor nitroase la eşirea din elementul de ardere este de cica 800°C.

Pînă în ultimii ani recuperarea căldurii gazelor nitroase se făcea şi se mai face încă şi acum, trecînd gazele printr-un preîncălzitor de aer şi apoi printr-un cazan de abur recuperator ignitubular, sau mai întîi printr-un cazan de abur ignitubular şi apoi printr-un preîncălzitor de aer.

La capacitatea fabricii de acid azotic diluat integrată într-un combinat de îngrăşăminte azotoase cu capacitatea de producţie de 200 000 t NH_3/an, adică o capacitate de 350 000 t HNO_3/an (40 t HNO_3/h), cantitatea de abur de 11 ata produsă prin recuperarea căldurii gazelor nitroase în cazanul recuperator ignitubular ar fi de 0,8 t/t $HNO_3 \times 40 = 32$ t/h abur de 11 ata sau $0,8 \times 335\,000 = 268\,000$ t/an abur de 11 ata.

Tot pe baza recuperării căldurii gazelor nitroase se preîncălzeşte şi aerul necesar oxidării amoniacului în elementul de ardere (se transmit circa 3 850 000 kcal/h de la gazele nitroase la aer).

In ultimii ani, a început să se introducă sistemul recuperării căldurii gazelor nitroase prin cazane de abur de înaltă presiune, cu recirculaţia forţată a apei, prin care sistem se obţine abur de 25 at care se utilizează mai întîi în turbină pentru producerea energiei electrice şi apoi ca agent de încălzire în fabricaţie sau în clădiri.

Turbina de abur poate fi cuplată direct pe acelaşi ax cu suflanta de gaz şi cu un generator de curent.

Cantitatea de abur produs în acest sistem de recuperarea căldurii reziduale a gazelor nitroase este de 4,2 t pe 1 tonă de amoniac, care la capacitatea fabricii de acid azotic aci presupusă este de $4,2 \cdot 115\,000 = 483\,000$ t/an abur de 3 at şi circa 48 000 000 kWh/an.

C. **Fabricarea azotatului de amoniu.** Reacţia de neutralizare dintre amoniac şi acid azotic diluat ($\sim 50\%$) are loc cu o mare degajare de căldură.

Dăm mai jos bilanţul termic al procesului de neutralizare cu utlilizarea căldurii de reacţie pentru 1 tonă NH_4NO_3.

Majoritatea sistemelor de fabricaţie a azotatului de amoniu, utilizează căldura de reacţie pentru evaporarea unei părţi din apa cu care vine acidul azotic diluat şi pentru preîncălzirea amoniacului şi acidului azotic.

Prin folosirea căldurii de reacţie la neutralizare se pot evapora 450—550 kg/h apă la 1 tonă

Tabela 1

Bilanțul termic orar

Soba de cracare

Nr. crt.	Cantități de căldură intrate	mii kcal	Nr. crt.	Cantitatea de căldură ieșită	mii kcal.
1	Căldura fizică a amestecului de CH_4 și abur la temp. de 360°C	9 700	1	Pentru reacția endotermă în soba de cracare	28 980
2	Căldura produsă de arderea gazului metan în spațiul intertubular al sobei de cracare	96 300	2	Căldura fizică a gazului cracat la 800°C . .	26 334
			3	Căldura fizică a gazelor de ardere la ieșire din sobă la 900°C	46 476
			4	Pierderi de căldură la soba de cracare . . .	4 210
	Total	106 000		Total	106 000

Soba de ardere finală

1	Căldura de reacție	19 674	1	Căldura fizică a amestecului de gaz și vapori de apă la 1000°C	42 726
2	Căldura fizică a amestecului de gaz și vapori de apă la intrarea în soba de ardere . .	24 660	2	Pierderi de căldură în mediul înconjurător .	1 608
	Total	44 334		Total	44 334

Convertor CO

1	Căldura fizică a gazului tehnologic la 410°C	18 738	1	Căldura fizică a gazului tehnologic la 460°C .	21 852
2	Căldura de reacție de la conversia CO . . .	4 547	2	Căldura de vaporizare a condensatului . .	846
3	Căldura conținută de condensatul injectat la temp. de 70°C	990	3	Pierderi de căldură în mediul înconjurător .	1 577
	Total	24 275		Total	24 275

Neutralizator

Tabela 2

Nr. crt.	Cantități de căldură intrate	kcal	% din căldura totală	Nr. crt.	Cantități de căldură ieșite	kcal	% din căldură totală
1	Căldura reacției de neutralizare .	273 545	83,3	1	Căldura fizică a soluției	97 500	29,7
2	Căldura fizică a NH_3	1 313	0,4	2	Căldura fizică a vaporilor de apă degajați din neutralizare	205 000	62,5
3	Căldura fizică a HNO_3	53 500	16,3	3	Pierderi de căldură în mediul exterior	25 858	7,8
	Total	328 358	100,0		Total	328 358	100,0

de azotat de amoniu produs, deci o economie de 0,5—0,6 t abur/t de produs, iar la capacitatea fabricii propusă de 420 000 t/an, economia de abur, prin utilizarea căldurii de neutralizare la concentrarea soluției, ar fi de 0,5 × 420 000 = 210 000 t/an abur. Dintre sistemele de recuperarea căldurii de reacție la fabricarea azotatului de amoniu indicăm, foarte sumar, următoarele două procedee :

a) Neutralizarea amoniacului cu acidul azotic într-o coloană cu umplutură ceramică, cu preluarea căldurii de reacție de către o cantitate de soluție recirculată de 70—75% NH_4NO_3 și temperatura de circa 75°C astfel ca temperatura soluției că nu depășească 110°C în neutralizator.

Soluția de azotat obținută împreună cu soluția recirculată este aspirată într-un autoevaporator (un rezervor cilindric), sub un vid de 650 mm Hg unde se evaporă o parte din apă, pe seama căldurii de reacție primită de soluție în neutralizator pînă la temperatura corespunzătoare vidului din evaporator, aidcă 70—75°C, soluția concentrîndu-se de la 68% pînă la 70—75% NH_4NO_3.

b) Aburul secundar care se formează în neutralizator pe seama căldurii de reacție trece într-un evaporator treapta I-a, unde se utilizează pentru concentrarea prealabilă a soluției de la 65 pînă la 82% NH_4NO_3.

Tot în evaporatorul treapta I-a se mai utilizează și aburul secundar din evaporatoarele

treapta II-a. Condensatul aburului proaspăt din evaporatoarele treapta II-a şi a III-a după oalele de condens intră în vase de expansie în care prin reducerea presiunii se formează o anumită cantitate de abur care se utilizează în evaporatoarele treapta I-a.

Condensatul din rezervorul de expansie trece la evaporarea şi preîncălzirea amoniacului.

7. Concluzii

Din expunerea făcută prin prezentul referat se vede marea importanţă a introducerii instalaţiilor de recuperarea căldurii reziduale a gazelor tehnologice şi a gazelor de ardere precum şi utilizarea căldurii aburului destins a condensatului şi a apei de răcire care ar economisi cantităţi enorme de combustibil.

Pentru rezolvarea problemei recuperării căldurii reziduale în industria chimică, proiectanţii tehnologi au misiunea ca la întocmirea proiectelor noilor fabrici sau la sistematizarea celor vechi, să analizeze împreună cu energeticienii noştri, bilanţurile energetice ale fabriciei şi la elaborarea schemelor tehnologice să ţinem seamă de folosirea la maximum a resurselor termoenergetice secundare ale uzinei.

Bibliografie

[1] *Semenenso N. A.*: Resursele energetice secundare în industrie, 1952.
[2] *Tebencov B. P.*: Recuperatoare pentru cuptoare industriale, Moscova 1955.
[3] *Critchlei*: Recuperatori metalici tubulari.
[4] *Rîjnev L.*: Resurse energetice folosite în industria chimică.
[5] *Burstein E.*: Folosirea completă a căldurii gazelor de ardere, Energeticeskii Biuletîn nr. 3/1954.
[6] *Saphier I.*: Recuperarea pierderilor de căldură din industrie. Editura Acad. R.P.R. 1953.
[7] *Ghinzburg* D.: Calcule termotehnice ale instalaţiilor din industria silicaţilor, 1954. Editura de Stat pentru Arhitect. şi Cons. 1954.
[8] *Lebedev* şi *Sciuchin*: Termotehnica industrială Editura tehnică 1951.
[9] *Ivaniucov D.*: Utilizarea deşeurilor de căldură din industrie în cultura legumelor, 1954.
[10] *Krapuhin*: Utilizarea căldurii în ind. acidului sulfuric, Industria chimică Moscova Nr. 3/1954 traducere IPROCHIM 54—88 A.

★

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО ТЕПЛА В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Резюме

Химическая промышленность является одним из наиболее крупных индустриальных потребителей тепла и в то же время располагает значительными возможностями в отношении повышения общего теплового к. п. д. путем возврата потерь тепла.

После общего изложения вопроса и возможного направления в области использования тепловых потерь приводится ряд примеров из азотной промышленности.

★

DIE WIEDERGEWINNUNG DER ABWÄRME IN DER CHEMISCHEN INDUSTRIE

Die chemische Industrie ist einen der Industriezweige der ein sehr grossen Verbrauch an Wärme aufweist und gleichzeitig, durch die Wiedergewinnung der Wärmeverluste, grosse Möglichkeiten besitzt den gesammten thermischen Wirkungsgrad erheblich zu steigern.

Der Aufsatz bringt eine allgemeine Darstellung der Frage und der eventuellen Verwendungsgebieten der Abwärme an Hand einiger Beispiele aus der Stickstoffindustrie.

Reprezentarea maşinii sincrone prin curenţii săi de scurcircuit

Ing. P. DIMO

Se prezintă o nouă metodă de analiză a nodurilor reţelelor electrice, care permite o reprezentare sugestivă a regimurilor de funcţionare şi o înţelegere uşoară şi simplificată a diverselor fenomene legate de aceste regimuri.

A. Prezentarea metodei

În cele ce urmează vom arăta un fel sugestiv de a reprezenta maşinile sincrone, şi cu nebănuite posibilităţi de aplicaţii. Este vorba de reprezentarea maşinilor sincrone prin curenţii lor de scurtcircuit.

Fie o maşină sincronă cu o tensiune internă E, o impedanţă internă Z, debitînd pe o bară cu tensiunea U.

Curentul de scurcircuit al maşini sicrone pe bară cu tensiunea U se poate scrie :

$$I_{sc} = \frac{E}{Z} = y\,E \quad \left(y = \frac{1}{Z}\right) \qquad (1)$$

Curentul de scurtcircuit al aceleaşi maşini în gol, pe bara de tensiune U, se poate scrie :

$$I_0 = \frac{U}{Z} = y\,U \qquad (2)$$

fie : δ unghiul dintre tensiunea E şi tensiunea U ;

ψ — unghiul impedanţei definit :

$$\operatorname{tg}\,\psi = \frac{x}{r} \qquad (3)$$

Deci impedanţa are expresia $Z\,|\underline{\psi}$, iar admitanţa $y\,|\underline{-\psi}$ în care $y = \frac{1}{Z}$.

Curentul dat de generator pe bara U se poate scrie :

$$I = (E\,|\underline{\delta} - U)\ .\ y\,|\underline{-\psi} \qquad (4)$$

Puterea dată de generator pe bara U se deduce din înmulţirea valorii conjugate a curentului cu tensiunea U

$$(P + j\,Q = U.\,E\,|\underline{-\delta}.\,y\,|\underline{\psi} - U_v^2\,|\underline{\psi} \qquad (5)$$

ceea ce se poate scrie identificînd partea reală şi partea imaginară :

$$P = y\,E\,U\,\cos\,(\psi - \delta) - y\,U^2\,\cos\,\psi \qquad (6)$$

$$Q = y\,E\,U\,\sin\,(\psi - \delta) - y\,U^2\,\sin\,\psi \qquad (7)$$

Dacă înlocuim unghiul ψ cu unghiul

$$\alpha = 90^\circ - \psi \text{ iar } \operatorname{tg}\,\alpha = \frac{r}{x} \qquad (8)$$

se obţine :

$$P = y\,E\,U\,\sin\,(\delta + \alpha) - y\,U^2\,\sin\,\alpha \qquad (9)$$

iar pentru puterea reactivă :

$$Q = y\,E\,U\,\cos\,(\delta + \alpha) - y\,U^2\,\cos\,\alpha \qquad (10)$$

Obţinem curenţii vataţi şi devataţi ai maşinii împărţind cu tensiunea U : din (9)

$$I_w = y\,E\,\sin\,(\delta + \alpha) - y\,U\,\sin\,\alpha \qquad (11)$$

$$I_d = y\,E\,\cos\,(\delta + \alpha) - y\,U\,\cos\,\alpha \qquad (12)$$

Reamintim că $y\,U$ este curentul de scurtcircuit în gol notat I_0 iar $y\,E$ sînt curenţii de scurtcircuit ai maşinii pe bara U. Deci expresiile 11 şi 12 devin în funcţie de aceşti curenţi.

$$I_w = I_{sc.c}\,\sin\,(\delta + \alpha) - I_0\,\sin\,\alpha \qquad (13)$$

$$I_d = 1_{sc.c}\,\cos\,(\delta + \alpha) - I_0\,\cos\,\alpha \qquad (14)$$

Expresiile (13) şi (14) de mai sus permit o reprezentare a maşinii sincrone în starea

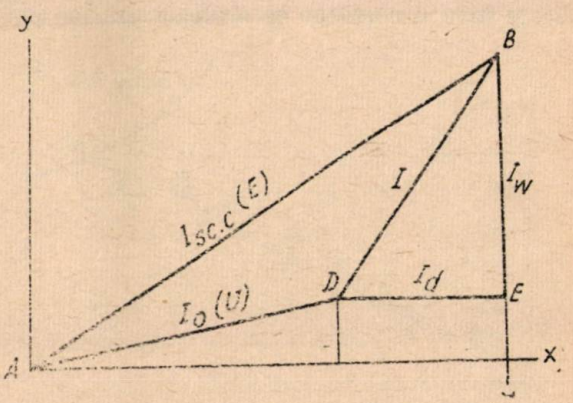


Fig. 1. Reprezentarea maşinii sincrone în funcţie de curenţii săi de scurtcircuit. $AB = I_{sc.c}$; $BE = I_w$; $DE = I_d$ $AD = I_0$

respectivă de încărcare activă şi reactivă în funcţie de curenţii de scurtcircuit, după cum se vede în fig. **1.**

Dacă s-ar fi neglijat rezistenţa circuitelor interne ale generatorului atunci unghiul $\alpha = 0$ şi s-ar fi ajuns la reprezentarea simplificată din fig. 2.

Această reprezentare simplificată are foarte multe posibilităţi de aplicaţii în analiza şi calculul reţelelor electrice.

Într-un nod al unei reţele electrice, în care lucrează mai mulţi generatori, dacă urmăm

aceiaşi cale ca mai sus obţinem expresiile generale pentru n maşini debitînd pe o bară :

$$\sum_{m3=}^{m=n} I_d = \sum_{m=1}^{m=n} I_{msc.c} \sin(\delta_m + \alpha_m) - I_{m0} \sin \alpha_m \quad (15)$$

$$\sum_{m=1}^{m=n} I_d = \sum_{m=1}^{m=n} I_{m.scc} \cos(\delta_m + \alpha_m) - I_{m} \cos \alpha_m \quad (16)$$

Aceste expresii arată că reprezentarea nodului în acest caz se poate face prin simpla înşirare

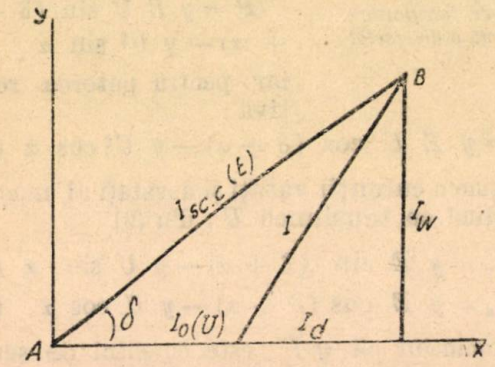


Fig. 2. Reprezentarea maşinii sincrone în funcţie de curenţii săi de scurtcircuit cu neglijarea rezistenţei interne a circuitelor. $AB = I_{sc.c}$ $BE = I_w$; $DE = I_d$; $AD = I_0$.

în lanţ a vectorilor AB orientaţi aşa cum s-a arătat în figurile 1 şi 2, conform figurii 3.

Într-un studiu s-a arătat cum se poate deduce prin citire directă pe o asemenea diagramă cifra de stabilitate statică a sistemului. Studii nepublicate încă au arătat că aceleaşi grafice pot fi

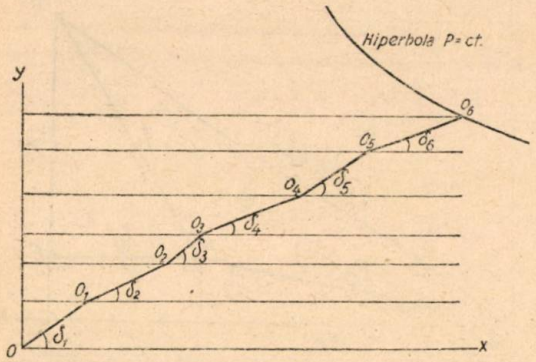


Fig. 3. Înşirarea în lanţ a curenţilor de scurtcircuit pentru reprezentarea unui număr de maşini sincrone debitînd pe o bară.

întrebuinţate şi pentru calculul stabilităţii dinamice. Semnalăm deocamdată posibilităţile simple de a deduce diverse mărimi din această reprezentare, în afară de curenţii ce pot fi citiţi direct pe grafic.

Tensiunile interne ale grupului se determină din curentul de scurtcircuit după diagramă, împărţit la admitanţa grupului $\left(\frac{I_{s.c}}{y}\right)$

Tensiunea U a barei, idem din curentul de scurtcircuit în gol I_0.

Puterile active şi reactive se deduc prin înmulţirea generală a diagramei cu tensiunea U şi recalcularea scărilor.

Se vede din cele de mai sus că pentru reprezentarea unui sistem prin această cale este suficient să se cunoască un minim de mărimi : de exemplu puterile active şi reactive ale grupurilor şi reactanţelor interne.

Aceste mărimi odată aşezate pe grafic, se deduc prin citire directă celelalte, de exemplu curenţii, tensiunile interne, unghiul δ al rotoarelor. Reprezentarea devine în special interesantă la variaţia unora din aceste mărimi, deoarece prin o schimbare simplă pe diagramă se obţine imediat o altă configuraţie pe care se poate citi rezultatele schimbării direct, fără nici un calcul. Din această cauză această reprezentare este în special utilă în studiul regimurilor de funcţionare a sistemelor energetice.

B. Cîteva aplicaţii ale reprezentării maşinilor sincrone prin curenţi de scurtcircuit

Aplicarea metodei propuse se poate face la un nod al reţelei unde toate legăturile cu exteriorul vor fi înlocuite :

— fie cu o consumaţie de putere activă şi reactivă ;

— fie cu un curent de scurtcircuit orientat reprezentînd o maşină sincronă echivalentă.

În cazul în care legătura nodului respectiv la alt nod nu poate fi reprezentată simplu printr-un curent de scurtcircuit constant, orientat cu un unghi, atunci se va recurge la un curent de scurtcircuit variabil ca mărime cu încărcarea respectivă P şi Q. Pentru deducerea acestui curent de scurtcircuit se poate utiliza tot un grafic similar de scurtcircuit în nodul de unde sosește sarcina mai complexă.

I. *Regimuri de funcţionare.* După cum s-a arătat, un regim de funcţionare este reprezentat prin un punct de funcţionare rezultat din adunarea ordonatelor şi absciselor pentru toţi generatorii. Acest punct final are deci ca coordonate :

Ox — curentul total devatat al sarcinii plus proecţia pe axa Ox a curenţilor de scurtcircuit în gol ai generatoarelor ;

Oy — curentul total vatat al sarcinii plus proecţia pe axa Oy a curenţilor de scurtcircuit în gol ai generatoarelor.

Mai trebuie observat :

a) Dacă se doresc valori momentane pentru diversele mărimi se aşează curenţii de scurtcircuit iniţiali. Dacă se doresc valori permanente se aşează curenţii de scurtcircuit permanenţi.

b) În ceea ce priveşte punctul final numit şi punctul de funcţionare se poate găsi locul geometric al acestui punct după caracteristica considerată pentru puterea activă şi anume :

Dacă :

P = constant — locul geometric este o hiperbolă raportată la axele ei.

Dacă :

$P = KU^2$ — locul geometric este o dreaptă ce trece prin origine.

Iar dacă :

$P = KU$ — locul geometric este o orizontală cu axa Oy.

În cazul general, dacă :

$P = P_0 + K_1U + U^2K_2$ — locul geometric se găseşte uşor din adunarea celor 3 curbe de mai sus.

c) Dacă se doreşte deci cercetarea variaţiei diverselor mărimi în ipoteza unei anumite legi de variaţie a puterii active, se trasează mai întîi curba puterii active ce se consideră, apoi se variază graficul variind diversele elemente (putere reactivă, excitaţia generatorilor, sau configuraţia circuitelor) şi se obţin diversele posibilităţi de regimuri în ipotezele considerate.

Exemplu. Plecînd de la un regim de funcţionare cu o tensiune scăzută (0,8) şi o putere totală P, să se examineze posibilităţile de îmbunătăţire a tensiunii vari nd excitaţia generatorilor.

1. Se găseşte punctul iniţial de funcţionare.

2. Se trasează hiperbolele P = constant [1]. Aceste hiperbole se găsesc gata trasate pe hîrtia milimetrică cu care se lucrează la asemenea probleme.

3. Ridicarea tensiunii se obţine din deplasarea punctului de funcţionare spre dreapta pe grafic de-a lungul hiperbolei respective dacă P = constant.

Toate articulaţiile trebuie şi ele plimbate în această deplasare tot de-a lungul unor curbe pentru a se obţine regimuri cu puteri identice pe generatorii respectivi. (Dacă variaţia puterilor active pe unii din generatori poate fi schimbată pentru aceşti generatori se poate lua alt traseu conform variaţiei puterii). Se vede de aici că se pot obţine imediat pe grafic o serie de regimuri de funcţionare cu cea mai mare uşurinţă. În fiecare din aceste regimuri noi se examinează situaţia fiecărui generator pe grafic pentru a se controla dacă regimul ce-i revine intră în posibilităţile sale (nu s-a depăşit excitaţia? sau curentul statoric etc.).

Se vede din acest exemplu simplicitatea la care se reduce examinarea diferitelor posibilităţi de variaţie a tensiunii nodului.

Introducerea unei maşini sincrone de reglaj a fost arătată într-un studiu anterior [1].

II *Pierderi în reţele.* S-a arătat la început că reprezentarea maşinii sincrone cu considerarea rezistenţelor se face conform figurii 1. Curentul fiecărei maşini în parte se află din măsurarea pe diagramă a lungimii DB. Pentru o anumită tensiune U a nodului, pierderile totale ale căilor de curent generatoare sînt :

$$\sum r_m i_m^2$$

În legătură cu aceste pierderi se pot examina de asemenea diversele probleme ce s-ar putea pune exploatării. Să începem cu cea mai simplă şi anume : care este repartiţia puterii reactive pe diverşi generatori care conduce la minimum de pierderi pentru o anumită putere activă totală P repartizată pe generatori într-un anumit fel. Tensiunea nodului va fi tensiunea nominală.

Se găseşte mai întîi ca mai sus regimul respectiv de funcţionare din plimbarea nodurilor pe curbele respective. Se observă că acelaşi regim de funcţionare poate fi obţinut pentru aceiaşi repartiţie de putere activă într-o infinitate de soluţii de repartiţie a puterii reactive.

Dacă se ţine tensiunea constantă aceste diverse soluţii se găsesc toate cu articulaţiile (O_1, O_2, O_3 etc.) pe linii paralele cu axa Ox.

De fapt punctul D din triunghiul ABD (fig. 1) se mişcă astfel ca proecţia BE pe verticală să rămînă aceiaşi iar nu articulaţiile O_1, O_2, O_3 să se plimbe pe orizontale, dar într-o primă aproximaţie şi pentru simplificare s-ar putea orienta deplasările numai după articulaţii.

Ştim că minimum expresiei :

$$\sum_{m=1}^{m=n} r_m I_m^2 = \sum_{m=1}^{m=n} r_m I_{wm}^2 + \sum_{m=1}^{m=n} r_m I_{dm}^2 \qquad (17)$$

este acelaşi cu al expresiei :

$$\sum_{m=1}^{m=n} r_m I_{dm}^2$$

deoarece I_w este constant, în cazul că se presupune puterile active aceleaşi. Dacă am căuta repartiţia puterii active între 2 generatori, în aşa fel ca puterea reactivă totală să fie constantă se obţine o repartiţie a curenţilor reactivi :

$$r_1 I_1 = r_2 I_2 \text{ cu } I_1 + I_2 = \text{constant} \qquad (18)$$

repartiţie care conduce la minimul lui

$$r_1 I_2^2 + r_2 I_2^2$$

De aici rezultă că vom putea varia excitaţia a doi generatori astfel ca suma lungimilor DE să fie constantă, iar condiţia 18 să fie împlinită. În general condiţia 18 poate fi pusă sub forma generală.

$$\frac{I_1}{1/r_1} = \frac{I_2}{1/r_2} = \frac{I_3}{1/r_3} \cdots = \frac{\sum_{m=1}^{m=n} I_m}{\sum_{m=1}^{m=n} \frac{1}{r_m}} \qquad (19)$$

Pentru o anumită tensiune U

$$\frac{UI_1}{1/r_1} = \frac{UI_2}{1/r_2} = \cdots = \frac{Q_{\text{total}}}{\sum_{m=1}^{m=n} 1/r_m} \qquad (20)$$

Rezultă ca construcţie generală :

a) Se calculează termenul $\sum_{m=1}^{m=n} \frac{1}{r_m} = Kr$

b) Se încearcă pe diagramă variaţia încărcării fiecărui generator cu putere reactivă (Id, lungimea DE) în aşa fel ca :

$$I_m = \frac{Q_{\text{total}}}{K_r} \cdot \frac{1}{r_m} = K_{rm} \qquad (21)$$

Se vor găsi situații în care $I_m < K_{rm}$ și $I_m > K_{rm}$. Se vor mări curenții din categoria întîi și se vor micșora cei din categoria doi în așa fel ca suma lor să rămînă mereu constantă controlînd pe grafic în permanență posibilitățile mașinilor sincrone în aceste situații noi (excitații, stabilitate, curent statoric).

Se vede din acest exemplu că problema ar fi putut fi complicată cu oricîte condiții în plus rămînînd la fel de simplă pentru rezolvarea pe această cale.

Se poate astfel varia la dorință puterile active, tensiunea nodului sau puterea totală reactivă etc. Totuși în cazuri speciale trebuie dată o atenție specială ipotezelor de acoperire a diferențelor de pierderi.

Astfel dacă se dorește considerarea rezistenței în expresia stabilității statice, (expresie dedusă în studiul prezentat în revista „Studii și cercetări de energetică") acest lucru se obține din considerarea puterii active care are expresia :

$$P = y\ E\ U \cos(\delta + \alpha) - y\ U^2 \sin \alpha \qquad (22)$$

și a cărei derivată nu mai este acum nulă ci este egală cu :

$$\frac{dP}{dU} = yE \sin(\alpha + \delta) +$$

$$+ y\ EU \cos(\delta + \alpha) \frac{d\delta}{du} - 2y\ U \sin \alpha \qquad (23)$$

și introducerea acestei expresii în expresia cu $\frac{dQ}{du}$ pentru eliminarea derivatei $\frac{d\delta}{dU}$ [1]. Notăm că aici diversele soluții ce se vor obține sînt în funcție de noi ipoteze care trebuie făcute asupra „adaptării" puterii active a generatorilor sau a sarcinii la noua situație, adică :

a) Se poate socoti că diferențele de puteri date de pierderi sînt luate de fiecare generator în parte.

b) Se poate socoti că diferențele de puteri date de pierderi sînt date numai de anumiți generatori, care ar fi de exemplu cei ce reglează frecvența.

c) Se poate socoti „consumatorul adaptabil", consumatorul ce ar prelua aceste pierderi păstrînd puterea la arborele generatorilor aceiași.

Nu intrăm mai departe în detalii, am citat numai aceste posibilități mai mult pentru a fixa ideile și a împiedica interpretări greșite atunci cînd rezistențele circuitelor ar conduce la pierderi importante, care necesită neapărat noi ipoteze mai complicate pentru variația puterii active. Ca metodă generală, în diversele regimuri de funcționare, unde ar interveni diferențe mari de puteri active datorite pierderilor, se recomandă calculul în fiecare regim al puterilor date de pierderi ($r\ I^2$), deduse din măsurarea curenților direct pe grafic și adaptarea ipotezei dorite de repartiție a diferențelor de puteri în una din soluțiile de mai sus. Pentru reprezentarea pe diagramă vezi „Regimuri de funcționare".

III. *Forțarea excitației.* Un alt exemplu de aplicare a metodei propuse este găsirea „condițiilor optime" pentru forțarea excitației generatorilor în vederea măririi stabilității. Dăm mai jos în rezumat felul cum se poate proceda pentru lămurirea acestei probleme.

a) Se reprezintă sistemul cu un regim normal de funcționare ($U = 1$) și caracteristicile dinamice pentru generatori și sarcini ($P = K\ U^2$).

b) Se imaginează toată seria de defecte probabile pentru care se dorește mărirea stabilității. Aceste defecte se traduc pe diagramele de natura celor din fig 3 prin o schimbare de axe.

c) Se determină prin metoda pas cu pas mișcarea fiecărui rotor în timp în urma schimbării bruște intervenită.

d) Din examinarea acestor mișcări succesive se deduc generatorii care prezintă o variație relativă a unghiului prea mare.

e) Se stabilesc astfel rotorii ce pot fi frînați pentru menținerea lanțului O, O_1, O_2, O_3 etc. (fig. 3) cît mai asemănători cu poziția sa inițială, în vederea menținerii unghiului relativ dintre rotoare.

f) Se pot astfel eventual stabili și constante de timp diferite pentru diversele mașini în ceea ce privește intervenția forțării excitației.

g) Mai notăm ca avantaj special al examinării pe această cale faptul că se pot stabili „familii" de cazuri de defecte, reduse la două limite pentru pozițiile de rotire a axelor în caz de defect. Astfel se poate „viziona" foarte clar gravitatea unui defect sau a unor categorii de defecte, ceea ce ar putea avea consecințe interesante pentru organizarea protecției, reglajului ei etc.

Ne oprim aici cu exemplele de aplicații ale acestui sistem în speranța că aceste exemple au fost suficiente pentru a convinge pe cei interesați în asemenea probleme.

Bibliografie

[1] *P. Dimo* : O cale nouă pentru aprecierea stabilității „Studii și cercetări de energitică" 1955 vol. 1—2 pag. 121—151.

[2] *F. Manea* : Studii și cercetări de energetică. Studiul comparativ al unei noi căi de apreciere a stabilității statice — pag. 423 vol. III—IV 1955.

★

Cea de a 16-a Sesiune a Conferinţei Internaţionale a Marilor Reţele Electrice (CIGRE)

II

Conf. ing. CĂLIN MIHĂILEANU

Grupa 32

Rapoartele prezentate în grupa 32 au fost :

142. *A. J. Kolpakova, M. S. Levinstein şi G. A. Slavin* (U.R.S.S.) Tensiuni de restabilire în cursul eliminării defectelor pe linii lungi de transport prevăzute cu condensatoarele serie.

301. *J. Daycard* (Chili) — Studiu elaborat la masa de calcul a condiţiilor de dezechilibru datorite sarcinilor monofazate într-o reţea trifazată.

302. *M. Cuenod* (Elveţia) *A. Jaques* şi *R. Renchon* (Belgia) — Studiu experimental al menţinerii frecvenţei într-o reţea prin metoda impulsului.

304. *A. Huskin, H. Mean* şi *C. Dienne* (Belgia) (vezi grupa 31).

305. *A. Guskin* şi *M. Poma* (Belgia) — Probleme ridicate de mersul dezechilibrat al marilor receptori cu sarcină rapid schimbătoare.

307. *W. Casson* şi *P. F. Gunning* (Marea Britanie) (vezi grupa 31).

308. *I. Hano, J. Tomiyama, I. Kuchiki, K. Watanabe* şi *G. Yabuno* (Japonia) Situaţia actuală a reglajului automat al frecvenţei în Japonia.

309. *S. E. Hedstrom* şi *A. Malme* (Suedia) — Rezultate din experienţa reglajului frecvenţei şi a distribuţiei sarcinii în reţele.

310. *I. V. Byrne* şi *D. Carrol* (Irlanda). Cîteva măsurători ale excitaţiei şi ale caracteristicilor de deplasare unghiulară în funcţie de sarcina marilor alternatoare.

312. *L. H. Black* (Africa de sud) — Aspectul economic al reglajului tensiunii în liniile de transport de energie electrică cu ajutorul condensatoarelor serie.

313. *S. B. Morehouse* (S.U.A.) — Progrese recente şi tendinţe în domeniul reglajului automat al marilor reţele interconectate.

316. Dr. ing. *Floischer* şi dr. ing. *Boll* (Germania) — Încercări pe model pentru verificarea sistemului combinat de reglaj frecvenţă-putere în reţeaua interconectată a Germaniei Occidentale.

317. *B. Grundmark* şi L. *Ahlgren* (Suedia) — Eclatori cu auto-extincţie în instalaţiile mari de condensatori serie.

318. *S. B. Crary, B. Rathsman* şi *R. Robert* — Raportul asupra lucrărilor Comitetului de Studii asupra stabilităţii reţelelor (nr. 13) cu următoarele anexe :

C. Concordia — Analizator de regimuri tranzitorii pentru rezolvarea problemelor din reţelele de energie electrică.

O. A. Demuth — Funcţionarea condensatoarelor serie la tensiunea de 230 kV. Rezumatul experienţei de exploatare.

G. Ianche şi *B. Smedtfeit* — Rezultatele recente asupra experienţei de exploatare a condensatoarelor serie la 220 şi 380 kV în Suedia.

H. Mayer — Notă asupra posibilităţii utilizării reanclanşării automate monofazate.

321. *M. Mesarovic şi I. Obrdovic şi* (Jugoslavia) — Influenţa unei reţele de energie sub tensiune asupra reglajului frecvenţei.

322. *Milyanic, I. Obrodovic* şi *V, Vuckovic* (Jugoslavia) — Analizator de reţea în curent alternativ cu reprezetarea generatoarelor şi a sarcinilor prin surse de curent.

323. *V. M. Yermolenko* şi *S. J. Petrov* (U.R. S. S.) Efectul condensatoarelor serie asupra funcţionării releelor.

324. *V. A. Venikov* şi *I. V. Litkens* (U. R. S. S.) Studiul experimental şi analitic al stabilităţii reţelelor cu excitaţia generatoarelor reglată automat.

325. *F. Cahen, A. Chevallier, R. Robert,* B. Pavez şi J. Charpentier (Franţa) — Probleme de reglaj automat al frecvenţei şi al schimburilor de putere în marile reţele.

Cele 17 rapoarte ce au fost prezentate în grupa 32 pot fi împărţite în felul următor :

a) Raportul (318) asupra lucrărilor Comitetului de Studii nr. 13 pentru stabilitatea sistemelor şi reglajul tensiunii puterii şi frecvenţei.

b) Rapoarte privind reglajul frecvenţei şi a puterilor de schimb între sisteme (302), (308), (309), (313), (316) (321), (325).

c) Rapoartele privind utilizarea condensatoarelor serie (142), (312), (317), (323).

d) Rapoarte diverse privind chestiuni de stabilitate sau desechilibru în sisteme, mijloacele de calcul şi experimentare directă utilizate pentru studiul lor : (301), (305), (310) (322) şi (324).

A) Raportul (318) descrie activitatea comitetului nr. 13 între sesiunile a 15-a şi a 16-a. Acesta s-a reunit de două ori în acest interval de timp : la Paris în 1954 şi la Lausanne în 1955. Raportul analizează subiectele care au fost discutate în aceste două ocazii.

Dispozitive pentru calculul stabilităţii reţelelor

Într-o anexă la raport se prezintă un bogat material documentar referitor la analizatoarele tranzitorii servind pentru studiul stabilităţii dinamice.

În Franţa şi S. U. A. au fost recent puse în funcţiune analizatoare diferenţiale electrice utilizate pentru probleme de reglaj şi calculatoare aritmetice pentru studii economice şi statistice.

Microreţeaua societăţii Electricité de France a fost amplificată de la 6 la 12 maşini pentru a se putea studia amplasarea releelor de separare.

Analizatoarele de reţea în curent alternativ continuă a fi instalate : în 1953 unul în Elveţia şi în 1954 unul în Marea Britanie.

În U. R. S. S. există o microreţea cu 6 maşini şi 3 sarcini turnante, precum şi un număr însemnat de analizatoare de tip clasic.

Metode de îmbunătăţire a stabilităţii

Părerile sînt încă împărţite în privinţa avantajelor respective ale utilizării diverselor tipuri de conductoare în fascicule la tensiuni foarte înalte (300 — 400 kV). În Finlanda, Franţa, Marea Britanie şi Suedia s-au ales conductoare duble, în U. R. S. S. conductoare triple, iar în Germania conductoare cuadruple. Se pare că această chestiune va rămîne deschisă pentru viitor, ea fiind influenţată considerabil şi de diferenţa între normele naţionale în vigoare.

Întrebuinţarea condensatoarelor serie pentru sporirea capacităţii de transport a liniilor de foarte înaltă tensiune este în plin curs de desfăşurare. Rezultatele de exploatare din S. U. A. Suedia şi Japonia au fost cerute de Comitet La instalaţia de la Rocky Ford (S. U. A.) s-au deteriora. n 2 ani un număr de 13 elemente şi altele 7 au fost înlocu it

pentru scăpări la cuvă. La început instalaţia a creat multe dificultăţi, care în prezent se pare că au fost eliminate.

În Suedia prima instalaţie de condensatoare serie a fost o baterie de 30 MVAr pentru a compensa 20% din reactanţa unei linii de 220 kV 480 km, ea a fost pusă în funcţiune în 1950. În şase ani de exploatare au fost schimbate doar 5 elemente pentru scăpări la cuvă. De altfel experienţa de exploatare a acestei baterii este excelentă.

În 1954 au fost puse în funcţiune primele instalaţii de condensatoare serie la 380 kV, pentru a compensa 20% din reactanţa unei linii de 475 km. Puterea nominală a fiecărei baterii este de 105 MVAr. Înainte de a fi date în exploatare, s-au verificat manevrele de comutaţie ale întreruptoarelor de by-pass în scurtcircuitarea bateriei prin separatoarele de izolare, — chiar în monofazat, fără să se constate o perturbare apreciabilă a funcţionării protecţiei liniei din cauza asimetriei reactanţei liniei.

Prin introducerea acestor baterii de condensatoare puterea ce poate fi transportată pe linie fără pericol pentru stabilitate a fost sporită de la 400 la 650 MW, iar pierderile pe linie au fost scăzute cu 6 — 7 MW.

O a treia staţie de condensatoare de 380 kV este în curs de montare, are 95 MVAr pentru 400 km cu o compensare de 30%. Staţia aceasta are spre deosebire de celelalte eclatori cu autoextincţie prin suflaj magnetic, descrişi în raportul (317).

În ceea ce priveşte Japonia, o instalaţie de 220 kV de $2 \times 7{,}5$ MVAr va fi pusă în funcţiune în cursul anului curent, ea va fi utilizată pe o linie cu dublu circuit de 35 km.

În U. R. S. S., linia cu dublu circuit 400 kV Kuibîşev-Moscova de 800 km lungime, comportă o instalaţie de condensatoare serie asigurînd o compensaţie de 42% a reactanţei liniei cu conductoare triple.

Reanclanşarea automată rapidă manofazată

Încercări au fost efectuate în Elveţia pe o linie de 100 km 220 kV şi în Suedia pe o linie de 220 km 400 kV. În acest din urmă caz RAR monofazată a fost reuşită pentru tensiuni de 400 — 450 kV şi un timp mort de 0,3 — 0,4 s.

Compensatoare sincrone şi condensatoare în derivaţie

Literatura tehnică este contradictorie în ceea ce priveşte influenţa acestor două mijloace de îmbunătăţire a factorului de putere, asupra stabilităţii. De fapt această influenţă depinde în mare măsură de locul unde este montată instalaţia în linie. Un studiu făcut în legătură cu această chestiune a arătat că dacă sînt instalate în staţii intermediare în mijlocul liniei sau într-un punct al reţelei cu sarcină mică, influenţa compensatoarelor sincrone va fi totdeauna mai puternică decît cea a condensatoarelor derivaţie. Dacă însă sînt instalate la capătul liniei, compensatoarele sincrone îşi pierd influenţa favorabilă. Totuşi acest amplasament este adesea justificat prin utilitatea compensatoarelor în vederea reglării tensiunii şi a puterilor transportate.

Reglajul frecvenţei

În Franţa a fost extins sistemul de reglaj al frecvenţei bazate pe principiul reglajului secundar (reglaj putere — fază-energie) descris în raportul (339/1954). Noi regulatoare de viteză electrice continuă a fi montate în Suedia, Elveţia şi alte ţări. —

B. *Rapoarte privind reglajul frecvenţei şi a puterilor de schimb între sisteme.* Raportul (302) descrie încercările de menţinere constantă a frecvenţei într-un sistem belgian alimentînd o sarcină industrială de circa 85 MW.

Aceste încercări au permis să se determine experimental valoarea anumitor parametri ca statism rezultant, constantă de accelerare, coeficient de autoreglaj etc. şi de a se verifica validitatea metodei aşa zise „impulsionale" de a predetermina menţinerea constantă a frecvenţei.

Raportul (308) descrie eforturile făcute în Japonia de a se introduce treptat reglarea automată a frecvenţei în locul reglării manuale. Variaţiile de frecvenţă au fost restrînse într-o plajă de $\pm$ 0,1 Hz la frecvenţa de 60 Hz.

Raportul (309) prezintă mai întîi pe scurt un nou tip de regulator de viteză electro-hidraulic şi în continuare expune caracteristicile de exploatare ale sistemului suedez şi condiţiile legate de reglarea frecvenţei.

Raportul (313) face o sinteză a obiectivelor de bază de exploatare care cer existenţa reglajului frecvenţă-putere în sistemele interconectate din S. U. A. Principiul de bază, în această ţară, care trebuie respectat pentru ca o întreprindere să fie acceptată ca membră într-un sistem interconectat este că fiecare regiune este răspunzătoare de absorbţia în acea regiune însăşi a propriilor sale variaţii de sarcină, aşa dar ca fiecare participant să-şi aducă propria sa contribuţie la realizarea avantajelor interconectării, fără să costituie un balast pentru ceilalţi.

Raportul (316) expune situaţia în Germania Occidentală. În această ţară abia acum se pune problema unei introduceri pe scară largă a reglajului frecvenţă-putere şi anume a reglajului adoptat caracteristicii reţelei.

Caracteristicile preliminare au fost efectuate pe model redus, avînd scopul de a furniza indicaţii pentru construcţia regulatoarelor de sarcină din sistem. Aceste regulatoare vor fi puse în funcţiune în reţelele interconectate Badenwerk, Bayernwerk, şi RWE încă din cursul acestui an.

Raportul (321) se ocupă de relaţia ce există între tensiune şi reglajul frecvenţei, utilizînd funcţiile de transfer ce se întrebuinţează în teoria reglării automate.

Raportul (325) este împărţit în 3 părţi. Prima parte expune principiul reglării putere-fază şi putere fază energie, arătînd cele două modalităţi de aservire a variaţiilor de putere faţă de unghiul de fază. Se descriu rezultatele încercărilor de reglaj efectuate şi programul de viitor de dezvoltarea reglajului în sistemul energetic francez.

Partea a doua dă rezultatele studiilor teoretice privind acest tip de reglaj şi se defineşte un parametru caracterizînd viteza de acţiune a reglării secundare „timpul caracteristic al reglării secundare".

Partea a treia se ocupă de determinarea pe cale experimentală a timpului de lansare într-un sistem şi de cauzele care fac ca acest timp real să fie mai lung decît cel teoretic calculat.

C. *Rapoartele privind utilizarea condensatoarelor serie.* Raportul (142) tratează chestiunea tensiunilor tranzitorii de restabilire care apar în timpul eliminării defectelor în liniile de transport echipate cu condensatoare serie. Studiul este întocmit în două cazuri.

— Eliminarea unui defect de un întreruptor instalat chiar în punctul unde sînt montate condensatoarele serie.

— Eliminarea unui defect de un întreruptor instalat la sistemul de bare al reţelei.

Raportul (312) discută aspectul economic al reglării tensiunii cu ajutorul condensatoarelor serie: aceste aparate putînd servi şi în acest scop, nu numai pentru a spori capacitatea de transport a liniei, cînd ea este limitată de considerente de stabilitate.

În consecinţă raportul compară condensatoarele serie cu compensatoarele sincrone şi cu condensatoarele derivaţie pentru reglarea trensiunii unei linii de 132, 220 şi 275 kV. Concluzia la care ajunge raportul este că în anumite condiţii de lungime a liniei şi a consumului de putere reactivă, condensatoarele serie, utilizate drept mijloace de reglare a tensiunii pot fi considerate mai economice decît compensatoarele sincrone şi într-un număr mai redus de cazuri, chiar decît condensatoarele derivaţie.

Raportul (317) descrie două tipuri de eclator cu autoextincţie pentru noua instalaţie de condensatoare serie 380 kV în Suedia. Se descriu şi studiile care au condus la această soluţie.

Raportul (323) arată că utilizarea condensatoarelor serie într-o linie de transport cere să se facă verificări privind funcţionarea releelor. O funcţionare corectă a protecţiei se poate obţine printr-o judicioasă alegere a gradului de compensare, al amplasării bateriei şi prin coordonarea funcţionării protecţiei cu eclatorii montaţi la condensator.

D. *Rapoarte diverse* Raportul (310) prin metodica expusă în el permite determinarea reactanţei sincrone echivalente a generatoarelor sincrone, care intervine în studiile de stabilitate statică.

Metoda se evidenţiază prin:

— simplitatea aparatajului de măsură: aparataj pentru măsurarea unghiului intern (strobescopic sau cu generator

sincron) ampermetru, voltmetru, wattmetru şi varmetru), — poate fi aplicată în exploatare cu maşinile în funcţiune.

Raportul (305) arată dificultăţile întîlnite la racordarea unui receptor special important (cuptor cu arc pentru industria metalurgică) în reţeaua belgiană şi descrie mijloacele speciale utilizate pentru controlul funcţionării reţelei.

Raportul (322) descrie un analizator de reţea în curent alternativ cu posibilitate independentă de reglare a sarcinii debitate de generatoare şi a celor absorbite de receptoare. Elementul constructiv special al acestui nou analizator de reţea este înlocuirea generatoarelor cu tensiune constantă prin transformatoare de curent. Instalaţia este de construcţie relativ simplă şi preţul scăzut.

Raportul (324) studiază problema celui mai raţional sistem automat de reglare a excitaţiei generatoarelor în centralele debitînd în sistem prin linii lungi.

Autorii socotesc că această alegere este legată de caracteristicile de funcţionare ale regulatoarelor şi de posibilitatea practică de măsurare a mărimilor caracteristice în reţea. Astfel metoda foarte comodă care constă în măsurarea unghiului electric ca mijloc de reglare trebuie abandonată datorită lipsei de încredere ce poate fi pusă în telemăsura acestei mărimi.

Raportul (301) descrie metodele întrebuinţate pentru evaluarea dezechilibrelor care se manifestă într-o reţea trifazată cînd alimentează sisteme monofazate prin transformatoare Scott.

Se utilizează masa de calcul şi sistemul de componente α β şi 0.

Secţia 4-a *Tensiuni mai mari ca 220 kV*

Această secţie de rapoarte a avut 2 grupe şi anume :

Grupa 40 — 42 — Probleme generale privind transportul energiei la tensiuni mai mari ca 220 kV.

Grupa 43 — Transportul în curent continuu de foarte înaltă tensiune.

Grupa 40 — 42

Rapoartele prezentate în grupa 40 — 42 au fost :

401 *W. Diesendorf* (Australia) — Evoluţia transportului de energie la foarte înaltă tensiune în Australia.

402. *R. Bartenstein* şi *G. Lesch* (Germania) — Măsurarea pierderilor prin efect Corona şi a perturbaţiilor radiofonice la staţia de încercări Mannhein — Rheinau cu studiu special privind conductoarele în fascicole.

403. *N. Hoshiai, T. Yamada,* Dr. *N. Mita* şi *S. Yoshino* (Japonia)

— Cercetări asupra perturbaţiilor radiofonice în Japonia cu referire specială asupra liniilor de foarte înaltă tensiune.

404. *T. Shibara* (Japonia) — Reţeaua de transport de energie la 275 kV din Sakuma în Japonia.

405. *N. Hylten — Cavallius* (Suedia) — Cîteva aspecte ale progreselor realizate în încercările la înaltă tensiune.

406. *L. Nevanlinna* şi I. *Arponen* (Finlanda) — Reţeaua finlandeză de 380 kV şi caracteristicile principale ale liniei de 380 kV.

408. *B. I. Lloyd* şi *C. F. Wagner* (S. U. A.) — Efectul Corona asupra undelor de şoc determinat experimental şi în laborator.

409. Ing. *G. Boll* şi *Dr.* ing *H. Roser* (Germania) — Probleme tehnice în reţeaua germană de 380 kV.

410. *Ph. Sporn* şi *W. S. Price* (S. U. A.) — Exploatarea reţelelor de 380 kV ale Companiei americane de gaz şi electricitate şi ale Corporaţiei electrice ale văii Ohio.

411. *G. Jancke* şi *S. Lalander* (Suedia) — Linia de 400 kV şi mai mult în Suedia.

413. *A. A. Gogolin K.K. Levitzky, A. V. Mirotiubov, V. N. Sergheev, S. S. Rocotian* şi *B. V. Socolov* (U. R. S. S.) — Linia de transport de energie la 400 kV Kuibîşev — Moscova şi staţiile de 400 kV.

414. *F. Cahen, B. Rathsman, M. Magnien* şi *D. Zetterholm* — Caracteristicile şi costul liniilor de foarte înaltă tensiune (220 şi 380 kV) prevăzute cu conductoare simple şi în fascicole (raport prezentat în numele comitetului de transport la tensiuni foarte înalte nr. 9).

415. *A. Louvet, M. Magnien, E. Maury* şi *J. Pericart* (Franţa). Contribuţie la calculul supratensiunilor de comutaţie la o linie lungă de 380 kV. Studiul experimental cu ajutorul unui calculator cu impedanţă şi verificare teoretică prin metoda Bergeron.

516. *F. Cahen, J. Carteron, B. Prokocimer* şi *W. S. Price* — Metode de măsurare a perturbaţiilor radiofonice datorite efectului Corona în liniile de foarte înaltă tensiune (raport prezentat în numele Comitetului de Transport la foarte înaltă tensiune nr. 9).

418 *Ph. Sporn* — Raport asupra lucrărilor Comitetului de studii al Transportului de energie în curent alternativ la foarte înaltă tensiune (nr. 9).

Ca şi la sesiunile precedente (a 14-a din 1953 şi a 15-a din 1954) o parte din rapoarte se ocupă de dezvoltarea reţelelor de foarte înaltă tensiune în curent alternativ în diferite ţări, o altă parte privind problemele tehnice speciale ridicate de întrebuinţarea acestor tensiuni înalte şi în special de efectul Corona.

Rapoartele pot fi deci grupate în două categorii.

Rapoartele (418), (401), (404), (406), (409), (410), (411), (413), (414), (415).

Raportul (418) al Comitetului de studii nr. 9 recapitulează informaţiile recente primite de la diferite ţări în privinţa reţelelor de tensiune mai mare ca 225 kV (275, 287, 330, 380, kV) în funcţie la ora actuală, în construcţie sau proiectate în lume. Raportul mai dă informaţii asupra lucrărilor Comitetului care fac de altfel şi obiectul rapoartelor (414) şi (416) prezentate în numele comitetului.

Raportul atrage atenţia asupra a două probleme importante care sînt în prezent obiectivul unor cercetări avansate aceea a perturbaţiilor radioelectrice datorită efectului Corona şi aceea a conturnării izolatoarelor liniilor de foarte înaltă tensiune de către loviturile de trăsnet, al căror număr depăşeşte substanţial în exploatare previziunile teoretice cu toate măsurile de precauţie care se iau.

Se subliniază în continuare acceptarea pe scară din ce în ce mai largă a tehnicii divizării liniilor în fascicole de conductori, precum şi întrebuinţarea de reactanţe derivaţie şi de condensatoare serie în marile reţele cu tensiuni foarte înalte.

În cele ce urmează vom împărţi rapoartele care dau informaţii asupra reţelelor existente, în construcţie. sau proiectate grupate pe tensiuni de serviciu crescătoare.

275 kV : Raportul (404) descrie reţeaua de transport de 275 kV din Japonia si primele două linii de cîte 185 respectiv 83 km din care este compusă. Este interesant de observat că aceste linii cu dublu circuit din care unul singur este echipat sînt prevăzute cu conductoare simple de 34 mm diametru; întrebuinţarea conductoarelor în fascicole a fost luată în considerare şi apoi abandonată avînd în vedere riscurile provenind de la taifunurile violente de care sînt bîntuite regiunile traversate de aceste linii. Nivelul de izolare la şoc al transformatoarelor a fost ales de 1050 kV, cu izolaţie degresivă către neutru.

330 kV : Rapoartele (401) şi (410). Raportul (401) descrie reţeaua de transport australiană de 330 kV destinată transportului energiei hidraulice produsă de uzinele din Snowy Mountains către centralele de consum din Statele Victoria şi Noua Galie de Sud. Această reţea va cuprinde 800 km de linii în 1959 şi 2400 km în etapă definitivă. Liniile sînt cu simplu circuit echipate cu fascicole de 2 conductori de 26,8 mm diametru depărtate la 38 cm între ele. Nivelul de izolaţie la şoc al transformatoarelor este de 1 300 kV.

Raportul (410) se referă la reţelele de 330 kV ale Companiei americane de Gaz şi Electricitate şi ale Corporaţiei Electrice a văii Ohio, din Statele Unite. În prezent aceste reţele cuprind 1 045 km de linie cu dublu circuit în serviciu la tensiunea de 330 kV şi 370 km de linie analoagă în construcţie. Încercări foarte înaintate asupra perturbaţiilor radioelectrice produse de aceste linii în exploatare curentă au fost efectuate privind aparatajul de măsură, variaţia longitudinală a nivelului perturbator datorită săgeţii conductoarelor, asupra atenuării transversale, asupra influenţei tensiunii (nivelul variază cu puterea a 7-a a tensiunii), asupra influenţei condiţiilor atmosferice, îmbătrînirii conductoarelor etc. Prima linie dată în exploatare a produs nivele perturbatoare mai mari decît cele prevăzute pe baza încercărilor Tidd; există două cauze ale acestui fenomen : scurgeri în exterior ale masei de împregnare a cablurilor şi sgîrieturilor superficiale produse la montaj. Remediile

aduse au fost reducerea impregnării şi sporirea diametrului conductoarelor de la 40,5 la 44,5 mm, evitîndu-se totodată orice contact cu solul în timpul întinderii conductorilor. Se pare de altfel că televiziunea nu ridică probleme speciale avînd în vedere că ea utilizează frecvenţe ridicate. Acest raport se mai referă şi la conturnările de lanţuri de izolatori în număr mult mai mare decît fusese prevăzut; un studiu a fost iniţiat pentru această problemă şi se pare că amorzările se produc la frontul undei la începutul primei microsecunde şi nu pot fi în consecinţă eliminate printr-o diminuare a rezistenţelor de punere la pămînt ale stîlpilor şi nici prin pozarea de cabluri de întoarcere în pămînt.

Problema topirii chiciurii prin trecerea curentului este de asemenea amintită. În fine se prevede echiparea cu caracter experimental a unei linii scurte cu conductoare în fascicole.

380 kV: Rapoartele (406), (409), (413), (415), (414)

Raportul (406) indică caracteristicile principale ale reţelei finlandeze de 380 kV în curs de construcţie. În prima etapă ea va comporta o linie cu simplu circuit de 650 km echipată cu fascicole de 2 conductoare a 32,85 mm diametru depărtate la 45 cm. Darea în exploatare la tensiunea de 380 kV este prevăzută în 1958. Sînt prevăzuţi autotransformatori de 400/220 kV cu înfăşurare terţiară în triunghi în unităţi monofazate de 75,125 şi 140 MVA şi servesc în acelaşi timp la asigurarea interconexiunii între reţelele de 380 şi 220 kV cît şi racordării la înfăşurările lor terţiare ale generatoarelor din centralele învecinate şi ale compensatoarelor sincrone. Nivelul de izolaţie la şoc al transformatoarelor este de 1 650 kV. Compensarea liniilor este realizată prin 6 reactanţe repartizate în lungul reţelei capabile de a absorbi un total de putere reactivă de 370 MVAr. Un defazor static permite să se regleze repartiţia de sarcină între reţeaua de 380 kV şi reţeaua de 220 kV existentă funcţionînd în paralel cu aceasta. Capacitatea de transport prevăzută este de 500 MW pentru prima linie şi 1200 — 1300 MW pentru ansamblul celor două linii.

Raportul (409) descrie reţeaua viitoare de 380 kV din Germania Occidentală în curs de realizare şi dă caracteristicile echipamentului liniilor şi staţiilor; punerea sub tensiunea de 380 kV a unei prime părţi din această reţea este prevăzută pentru anul 1957. Ea va fi construită aproape în totalitate din linii cu dublu circuit echipate cu fascicole pe patru conductoare avînd un diametru de 21 mm dispuse în pătrat. Legătura între această reţea şi reţelele existente de 220 şi 110 kV va fi realizată prin autotransfomatoare de 400/230 kV cu înfăşurare terţiară de 30 kV în triunghi, constituită din unităţi monofazate de 66 şi 33 MVA, sau din transformatoare $400/2\times115/30$ kV compuse din unităţi monofazate de cîte 33 MVA; tensiunile de scurtcircuit au fost alese de 10% pentru autotransformatoare iar nivelul de izolaţie la şoc este de 1450 kV. Tensiunea de exploatare va fi cuprinsă între 360 şi 420 kV; toate transformatoarele vor fi prevăzute cu regulatoare de priză sub sarcină. Puterea capacitivă a liniilor este total compensată (65 MVAr pe 100 km) cu ajutorul unor reactanţe trifazate de 50 MVA repartizate în lungul reţelei. Puterea de scurtcircuit va atinge 8000 MVA în primă etapă şi 12 000 — 14 000 MVA în viitor.

Raportul (413) descrie prima linie de 400 kV Kuibîşev-Moscova şi staţia coboritoare din vecinătatea Moscovei care constituie prima etapă de realizare a reţelei de transport de 400 kV a U. R. S. S., reţea ale cărei caracteristici principale au fost indicate într-un raport prezentat la o sesiune anterioară. Această linie cu simplu circuit de 815 km lungime a fost recent dată în exploatare la 400 kV; ea este echipată cu fascicole de 3 conductoare de 30,2 mm diametru montate în triunghi echilateral cu latura de 40 cm. Ea va fi dublată de o a doua linie în construcţie de 980 km lungime mergînd în paralel cu prima, cu 3 staţii de secţionare şi punere în paralel intermediară. Nivelul de izolaţie la şoc al transformatoarelor atît la plecare cît şi la sosire este de 1 500 kV. Staţia de sosire reduce tensiunea de 400 kV la 110 kV, barele de 110 kV fiind legate şi la reţeaua de 220 kV din regiunea Moscovei; staţia cuprinde două grupuri de transformare 410/115 kV din unităţi monofazate de 90 MVA cu înfăşurare terţiară de 11 kV şi cu reglaj sub sarcină pe partea de 115 kV. Tensiunea maximă de exploatare a acestei reţele este de 420 kV; compensarea sa este realizată prin reactanţe în derivaţie racordate la cele 2 extremităţi şi la mijlocul liniei directe la 400 kV şi printr-o baterie de condensatoare serie conectată în mijlocul liniei şi un compensator sincron de 75 MVAr racordat la înfăşurarea terţiară a fiecăruia din transformatoarele de sosire. Puterea de rupere a întreruptoarelor este de 10 000 MVA şi sînt gîndite pentru viitor întreruptoare de 15 000 MVA. Capacitatea de transport a reţelei cu cele 2 circuite ale sale mergînd în paralel este de 1 150 MW.

Raportul (415) dă caracteristicile esenţiale ale primei linii de transport funcţionînd în 380 kV care va fi pusă sub această tensiune în Franţa în anul 1957. Linia este cu simplu circuit, lungă de 516 km împărţită în 3 secţiuni şi provine din transformarea unei linii cu dublu circuit funcţionînd în prezent la 225 kV. Această linie va fi echipată cu fascicole de două conductoare de 26,4 mm diametru distanţate la 40 cm. Ea va fi legată la reţelele de 225 kV existente la cele două capete ale sale şi în cele două staţii intermediare prin intermediul a 4 grupuri de autotransformatoare 380/225 kV, cu înfăşurare terţiară de 11 kV în triunghi fiecare din aceste, constînd din trei unităţi monofazate de 100 MVA. Nivelul de izolare la şoc este de 1 450 kV. Tensiunea de exploatare este cuprinsă între 380 şi 420 kV. Autotransformatoarele nu sînt prevăzute cu reglaj sub sarcină dar adăugarea ulterioară a acestuia este posibilă. Linia este total compensată cu ajutorul unor reactanţe în derivaţie racordate la înfăşurările terţiare, prin două bobine de 48 MVAr pe staţie deci 384 MVAr în total. Capacitatea de transport a liniei este de ordinul a 500 MVA, ea va creşte cînd această linie va fi în viitor dublată.

Raportul (414) întocmit în numele Comitetului de Studii nr. 9 recapitulează caracteristicile şi costurile liniilor de tensiune foarte înaltă cu conductoare simple şi în fascicole (220,275, 330, 380 kV) aşa cum au fost furnizate de diferite ţări în urma unei anchete iniţiată de comitet. Aceste date sînt relativ vechi (din 1953); de aceea este de dorit ca tablourile cu caracteristicele liniilor de tensiune mai mare ca 225 kV să fie ţinute la zi în viitor.

Tensiuni mai mari ca *380* kV: Raportul (*411*)

Acest raport este consacrat dezvoltării reţelei suedeze ce are ca scop transportul energiei hidraulice produsă în nordul ţării către marile centre de consum aflate în sud. Dată în exploatare în 1952, reţeaua de 400 kV nu a încetat de a se dezvolta şi constă în prezent din 2 710 km de linie funcţionînd la această tensiune cu transformatoare racordate însumînd 4 365 MVA, condensatoare serie de 310 MVAr, trei compensatoare sincrone de 75 MVAr şi reactanţe de 1 000 MVAr. Liniile cu simplu circuit sînt echipate cu fascicole de două conductoare de 31,7 mm distanţate între ele la 45 cm. Capacitatea de transport a părţii mijlocii care cuprinde trei linii este apreciată la 2 000 MW (plus 1 000 MW corespunzînd celor şase linii de 220 kV existente). Această capacitate de transport globală este suficientă pînă în anul 1960, iar mai apoi ea va trebui sporită la o valoare estimată la 8 000 MW peste 25 ani. Aceasta a condus la studiul utilizării unor tensiuni şi mai ridicate. Au fost examinate două variante: prima constă în utilizarea supradimensionării importante de izolare de care dispun instalaţiile în prezent pentru a spori tensiunea de serviciu a porţiunii de nord şi a celei mijlocii ale reţelei la 500 kV şi de a lăsa în continuare tensiunea de 400 kV în partea de sud. Cea de a doua variantă prevede dimpotrivă creiarea unei noi reţele de 650 kV în porţiunea de nord şi mediană care să se suprapună actualei reţele de 400 kV şi dezvoltărilor acesteia.

Din punct de vedere tehnic aspectele fundamentale care trebuie avute în consideraţie în alegerea unei tensiuni mai mari decît 400 kV sînt nivelul de izolaţie al echipamentului şi perturbaţiile radioelectrice provenite din efectul Corona.

În soluţia 500/400 kV, ţinînd cont de experienţa cîştigată pe linie de supratensiuni de origină internă (supratensiuni dinamice şi supratensiuni de comutaţie) au fost alese următoarele nivele de izolaţie cu condiţia ca lungimea secţiunilor de linie să nu depăşească 600 km; 1 300 kV pentru reţeaua de 400 kV şi 1 600 kV pentru reţeaua de 500 kV în felul acesta fiind justificată trecerea directă la tensiunea de 500 kV a unei părţi a reţelei de 400 kV al cărei nivel de izolaţie

este de 1 775 kV pentru primele instalaţii şi de 1 500 kV pentru cele mai recente. În privinţa perturbaţiilor radioelectrice întrebuinţarea fascicolelor de conductoare triple avînd un diametru de 31,7 mm şi dispuse în triunghi echilateral cu latura de 45 cm, va permite o funcţionare satisfăcătoare. Puterile de scurtcircuit vor putea atinge în anumite staţii 18 000 MVA. Autotransformatoare vor lega reţeaua principală de 500 kV cu reţeaua sudică de 400 kV. Generatoarele vor fi racordate prin transformatoare direct la reţeaua de 500 kV şi din această reţea se vor alimenta staţii coboritoare la tensiunea de 220 şi 130 kV. Întreruptoare de 500 kV par a fi realizabile.

În soluţia 650/400 kV nivelul de izolaţie necesar este estimat la 2000 — 2200 kV, liniile avînd secţiuni de cel mult 600 km. În scopul de a limita perturbaţiile radioelectrice s-ar utiliza fascicole de 4 conductoare cu diametrul de 31,7 mm aşezate în pătrat cu latura de 40 — 45 cm. Nu se întrevede întrebuinţarea de întreruptoare la tensiunea de 650 kV, fiecare secţiune de linie de 650 kV fiind prevăzută la cele două capete cu autotransformatoare de 650/400 kV, avînd întreruptoare numai pe partea de 400 kV .

Studii tehnico-economice au permis să se tragă concluzia că prin întrebuinţarea tensiunilor de 500 şi 650 kV se realizează o economie însemnată faţă de întrebuinţarea exclusivă a tensiunii de 400 kV, dintre cele două soluţii acea de 650 kV fiind cea mai avantajoasă. Sarcinile cele mai economice pe linie sînt de 800 MW la 400 kV cu trei conductoare pe fază, 1150 MW la 500 kV cu trei conductoare pe fază şi 1700 MW la 650 kV cu patru conductoare pe fază. Pentru a transporta dinspre nordul ţării către sud o putere pe 8 000 MW în porţiunea mijlocie a traseului ar fi necesare şapte linii de 500 kV sau patru linii de 650 kV plus trei linii de 400 kV. Trebuie adăugat în fine că s-a examinat cu atenţie şi întrebuinţarea curentului continuu la tensiune foarte înaltă.

Probleme tehnice speciale.

Rapoartele (402), (403), (405), (408), (415), (416).

În aceste rapoarte au fost tratate mai multe probleme importante care sînt grupate mai jos după conţinutul lor.

Pierderi şi perturbaţii radioelectrice prin efectul Corona

Raportul (402) comunică rezultatele măsurătorilor efectuate în staţia de la Mannheim-Rheinau din Germania, în ceea ce priveşte pierderile şi perturbaţiile radioelectrice. Încercările au confirmat superioritatea considerabilă, observată deja şi în alte staţii de încercări, a fascicolelor de conductoare asupra conductoarelor simple cu diametrul mare, se mai arată de asemenea superioritatea fascicolului cu patru conductoare asupra fascicolului cu două conductoare, atît în privinţa pierderilor cît şi a perturbaţiilor.

Raportul (403) prezintă rezultatele măsurătorilor de perturbaţii electrice efectuate în Japonia asupra a două linii experimentale şi a unei linii industriale din reţeaua de 275 kV. Aceste măsurători aduc precizări interesante asupra influenţei diferiţilor factori asupra nivelului de perturbaţii măsurat sub linii : condiţiile atmosferice şi anume gradul de umiditate al aerului (care influenţează cu mult mai mult decît se crezuse pînă în prezent), intensitatea ploii, tensiunea liniei, săgeata conductoarelor, etc. În general observaţiile făcute şi concluziile trase sînt în concordanţă cu rezultatele anterioare publicate de autori din diferite ţări.

Raportul (416) prezentat în numele Comitetului de studii nr. 9 dă în prima sa parte rezultatele anchetei efectuate asupra metodelor utilizate de către diferite ţări pentru măsurarea nivelului perturbaţiilor radioelectrice produse de efectul Corona. Şapte ţări au trimis răspunsuri precise la chestionarul care le-a fost adresat. Aparatele utilizate măsoară toate cîmpul, dar ele prezintă diferenţe de caracteristice apreciabile asupra următoarelor puncte : procedee de etalonare (semnal sinusoidal cu impulsuri repetate), constanţa bandei de trecere în gama de frecvenţă utilă, constanţele de timp ale circuitului de detecţie. Consecinţele acestor diferenţe au apărut forte clar în cursul încercărilor efectuate în Suedia, Germania, Franţa şi Marea Britanie de către o misiune de ingineri ai Corporaţiei Serviciilor Americane de Gaz şi Electricitate şi ai firmei Westinghouse. Rezultatele obţinute de această misiune în colaborare cu inginerii celor patru ţări sînt rezumate în cea de a doua parte a raportului (416): măsurătorile efectuate cu aparatele americane aduse de către misiune au permis să se compare spectrele de frecvenţă şi curbele de atenuare transversală ale liniilor de diferite tensiuni făcînd parte din reţelele celor patru ţări şi din reţelele americane. Pe de altă parte din compararea măsurătorilor efectuate cu aparatele misiunii. pe de o parte şi cu aparatele locale, pe de altă parte, au rezultat diferenţe importante chiar cînd măsurătorile erau efectuate cu aparate de acelaş tip şi cu caracteristice teoretice identice. Raportul trage concluzia necesităţii absolute a unui aparataj de măsură şi a unui procedeu de etalonare identic în toate ţările pentru măsurarea perturbaţiilor radioelectrice. În fine, deşi numărul de încercări este încă insuficient pentru a se putea trage concluzii definitive, măsurile comparative efectuate par a scoate clar în relief superioritatea conductoarelor în fascicole asupra conductoarelor simple, chiar la egalitate de gradient superficial mediu, în ceea ce priveşte perturbaţiile radioelectrice.

Raportul (408) studiază influenţa efectului Corona asupra distorsiunii undelor de supratensiune care se propagă pe linii cu constante uniform repartizate. Bazîndu-se pe încercări efectuate atît în laborator pe linii scurte cît şi în staţia de încercări tip Tidd, raportul face o teorie a distorsiunii undelor progresive pe care o pune integral în seama influenţei efectului Corona, a cărui existenţă sporeşte în mod aparent capacitatea conductoarelor şi reduce în consecinţă viteza de propagare. O aplicaţie importantă a acestei teorii o constituie studiul propagării undelor de trăsnet, în cazul loviturilor directe.

Chestiuni diverse.

Raportul (405) dă precizări asupra aplicării metodelor statistice la interpretarea încercărilor de înaltă tensiune şi în special a încercărilor cu undă de şoc a echipamentului.

Raportul (415) aduce o contribuţie importantă la calculul supratensiunilor de comutaţie a unei linii lungi de 380 kV. Acest calcul a fost făcut pentru prima linie de 380 kV a reţelei franceze, gîndită să funcţioneze iniţial arborescent pe o lungime de 578 km. Coeficientul de supratensiune dinamică a fost determinat cu ajutorul microreţelei ; s-a obţinut o valoare de 1,45 corespunzînd la condiţiuni de exploatare cu totul defavorabile ; această cifră dă o tensiune eficace maximă de 610 kV între faze (pentru o tensiune de serviciu de 420 kV). Pornind de la acest rezultat supratensiunile de comutaţie au fost studiate în continuare pe de o parte, cu un analizator tranzitoriu cu comutator sincron şi pe de altă parte, pe cale grafică utilizînd metoda Bergeron. S-au studiat : întreruperea liniei în gol fără autotransformatoare racordate, în gol cu autotransformatoare şi reactanţe în derivaţie, în sarcină şi în scurtcircuit, s-au avut în vedere două tipuri de întreruptoare : cu stingere forţată şi cu autoextincţie ; s-au presupus întreruperi cu şi fără reamorsare. În ansamblu rezultatele celor două metode sînt concordante. Acest studiu a permis să se evalueze la 1 000 kV amplitudinea maximă de creastă asupra tensiunilor de comutaţie şi la care poate fi supus (în condiţii special de defavorabile) echipamentul de 380 kV, cifră care a stat apoi la baza fixării caracteristicilor descărcătoarelor şi a nivelului de izolaţie a echipamentului şi al liniei.

Concluzii

Din numeroasele rapoarte prezentate reiese progresul rapid înregistrat în lume a tensiunilor alternative mai mari ca 225 kV. În special tensiunea de 380 — 420 kV este sau va fi în viitor utilizată în cinci ţări din Europa Continentală ; ea a apărut în Suedia în anul 1952, în U. R. S. S., în acest an ; trebuie să apară în Germania şi în Franţa în 1957 şi în Finlanda în 1958. Totodată în Suedia, care este obligată să realizeze transporturi masive pe mari distanţe, se întrezăreşte utilizarea tensiunilor de 500 sau chiar de 650 kV în viitor.

Grupa *43*

Rapoartele prezentate în această grupă au fost :

407. *B. Rathsman* — Raportul privind lucrările Comitetului de studii pentru curent continuu (nr. 10) cu următoarele rapoarte anexe :

Prof. *N. Yamada* — Studiul actual al transportului de energie în curent continuu la înaltă tensiune în Japonia.

S. Salki — Comparaţia preţurilor de cost ale transportului de energie în curent alternativ şi în curent continuu în Japonia.

417. *F. J. Lane, U. Lamm, B. Rathsman şi S. Smedtfeld* — Comparaţia costului transportului în curent continuu şi în curent alternativ (raport prezentat în numele Comitetului nr. 10).

Cele două rapoarte prezentate (407) şi (417) au ca scop să facă o comparaţie tehnico-economică a celor două moduri de transport la înaltă tensiune în curent continuu şi în curent alternativ şi să analizeze factorii pe care se bazează comparaţia. Pentru comparaţie se pleacă de la ideia că două soluţii sînt echivalente dacă au atît aceeaşi capacitate de transport cît şi acelaşi grad de siguranţă. În realitate există însă diferenţe specifice care fac ca soluţiile să nu fie perfect echivalente şi este deci cazul să se ţină cont de aceste diferenţe. Astfel o linie de curent alternativ cu dublu circuit poate fi echivalentă cu o linie bipolară de curent continuu în ceea ce priveşte capacitatea de transport şi posibilităţile de întrerupere a liniei. Totuşi, trebuie remarcat că linia de curent continuu nu poate funcţiona cu unul din conductori defect decît dacă se acceptă întoarcerea curentului prin pămînt, în timp ce pe linia de curent alternativ se poate transporta ceva mai mult ca jumătate din puterea nominală cînd unul din circuite este scos din funcţiune, cu condiţia ca limita de încălzire şi cea de stabilitate să fie apreciabil mai ridicate decît puterea transportată în mod normal. Chiar pentru cabluri submarine, dacă sînt expuse la avarii produse de drăgi sau ancore este mai sigură exploatarea cu 4 cabluri monofazate (dintre care unul de rezervă decît cu 1 singur cablu de curent continuu şi întoarcerea prin apă).

În comparaţie economică apare clar influenţa preţului ridicat al echipamentului de la cele 2 extremităţi la sistemele în curent continuu, aşa încît ele nu devin economice decît la transporturi lungi peste o anumită distanţă limită, pentru aprecierea cărui părerile sînt destul de împărţite.

În privinţa liniilor se remarcă o tendinţă către stîlpi uşori ancoraţi atît la curent continuu cît şi la curent alternativ.

Izolatorii liniilor nu reprezintă un element esenţial în comparaţie, trebuie totuşi spus că nu este încă suficient studiată comportarea izolatorilor sub tensiune continuă în medii agresive sau cu depuneri de praf şi particule fine. În raportul (407) se arată în anexa 1 că încercări efectuate au arătat o comportare similară a izolatorilor în curent continuu cu cea în crent alternativ sub ploaie sau ceaţă.

Cablurile întrebuinţate la tensiuni pînă la 200 kV în U. R. S. S. Suedia şi Japonia sînt cabluri de tip solid cu hîrtie impregnată. Grosimea recomandată pentru stratul izolant merge de la 9 la 11 — 12 mm şi gradientul de potenţial maxim nu trebuie să întreacă 25 kV/mm.

Oportunitatea transportului în curent continuu este mult influenţată de posibilitatea utilizării pămîntului drept conductor de întoarcere, ceea ce depinde mai departe în mare măsură de densitatea populaţiei în regiunile traversate.

În mod analog întrebuinţarea întoarcerii prin apa mării poate fi condiţionată de eventuala coroziune a cablurilor electrice şi de telecomunicaţii învecinate. Astfel pentru traversarea canalului Mînecii, avîndu-se în vedere numărul important de vase care circulă prin el, se consideră necesar să se prevadă o cale metalică de întoarcere pozată direct cu fiecare cablu principal.

Pentru a veni în sprijinul cititorilor din întreaga ţară, lucrătorii de pe şantierele de construcţii(din întreprinderi, din agricultură, din instituţii economice, administrative, sanitare, de învăţămînt etc.— care doresc să-şi procure cărţile de care au nevoie, a luat fiinţă în Bucureşti

LIBRĂRIA „CARTEA PRIN POŞTĂ"

Adresîndu-vă Librăriei „Cartea prin poştă" puteţi obţine contra ramburs lucrări din orice domeniu de activitate.

Pentru a vă informa asupra lucrărilor care vă interesează, cereţi, „Cartea prin poştă" Bucureşti B-dul Schitu Măgureanu nr. 6, sau oricărei alte librării din ţară şi liste de cărţi noi apărute.

Librăria „Cartea prin poştă" răspunde la toate comenzile primite.

Importanţa balanţelor energetice

Ing. ALEXANDRINA PETRESCU

Pentru a se putea întocmi o balanţă energetică justă, este necesară ţinerea unei evidenţe exacte şi complete a instalaţiilor energetice producătoare şi consumatoare de energie electrică, precum şi a rezultatelor de exploatare obţinute.

In ramura energiei electrice, mai mult poate decît în celelalte ramuri de producţie, a existat la noi şi în trecut o anumită evidenţă, însă această evidenţă, nefiind stabilită pe baze ştiinţifice şi unitare, n-ar fi putut satisface cerinţele, la care trebuie să răspundă astăzi economia planificată. Particularităţile economiei planificate reclamă un studiu aprofundat al tuturor fenomenelor şi proceselor de producţie. Acest studiu este în primul rînd necesar la întocmirea şi verificarea planurilor economice. Cei ce întocmesc planurile trebuie să cunoască nu numai teoretic legile dezvoltării planice a economiei naţionale, ci şi condiţiile concrete, în care se dezvoltă producţia în diferitele ramuri de activitate. Din aceste motive culegerea datelor trebuie să aibă la bază o evidenţă justă, sistematic întocmită, care să permită analiza judicioasă a datelor culese.

Planurile de Stat ale economiei naţionale stabilesc precis producţia industrială, pe care întreprinderile trebuie să o dea ţării într-un anumit interval de timp. Evidenţa producţiei a trebuit deci organizată în primul rînd.

De asemenea, tot planurile de Stat trebuie să stabilească consumul tuturor produselor, în scopul echilibrării producţiei cu consumul necesar. Evidenţa consumului a trebuit de asemenea organizată cu precădrere.

Aceste 2 noţiuni: producţie şi consum, necesar şi disponibil, constituie cele două elemente ale oricărei balanţe.

Balanţa energetică nu face excepţie de la această regulă.

Balanţele de energie electrică se întocmesc pentru fiecare sistem energetic în parte, înţelegînd prin sistem energetic, ansamblul format din cel puţin 2 centrale electrice interconectate, împreună cu reţelele de transport şi distribuţie de energie electrică pe care debitează aceste centrale şi instalaţiile consumatoare de energie electrică alimentate din aceste reţele.

O întreprindere este interconectată sau racordată la un sistem energetic, în cazul cînd are o centrală electrică proprie şi totodată este legată, în orice fel, la o reţea electrică proprie sau străină, pe care debitează şi alte centrale proprii sau străine, sau în cazul în care nu are centrală proprie şi se alimentează cu energie dintr-o reţea electrică proprie sau străină.

In ţara noastră există 19 sisteme energetice nominalizate şi o a 20-a grupă, cuprinzînd restul sistemelor energetice s-au a centralelor izolate necuprinse în sistemele nominalizate.

Pentru fiecare din aceste sisteme energetice au fost stabiliţi coordonatorii şi anume: pentru 11 sisteme coordonator este Ministerul Energiei Electrice, prin Energo-Trusturile sau întreprinderile din Energo-trusturile respective precum şi Energo-Combinatele; pentru 5 sisteme Sfaturile Populare ale Regiunilor Administrative respective prin Intreprinderile Comunale, ce le aparţin; pentru 2 sisteme coordonator este Ministerul Industriei Metalurgice şi Construcţiei de Maşini şi pentru un sistem, Ministerul Minelor.

Se observă că denumirea sistemelor nu are o legătură strictă cu întinderea lor geografică, o centrală electrică sau un consumator, situat de exemplu într-un sistem, dar care nu este legat electric cu reţele electrice ale acelui sistem, nu face parte din sistem.

Atribuţiunile coordonatorului

Coordonatorul trebuie să întocmească balanţa energetică a sistemului respectiv şi să ia măsurile necesare pentru satisfacerea cu energie electrică a consumatorilor din acel sistem. In acest scop în timpul conscacrat întocmirii tuturor planurilor de producţie, coordonatorul trebuie să primească de la toţi marii consumatori de enertie electrică racordaţi la sistem, necesarul de energie şi putere pe an şi pe cele 4 trimestre. Acest necesar este stabilit pe baza normei de consum de energie electrică pe unitate de produs industrial sau în cazul în care nu s-a făcut normarea pe produs, norma se indică în kWh pe 1 000 lei producţie globală (în preţuri cu ridicata de întreprindere).

Se observă că la defalcarea de către întreprinderea consumatoare a necesarului de energie pe trimestre, trebuie ţinut seama de condiţiile sezoniere de lucru ale industriei respective şi de planul de măsuri tehnico-organizatorice de scădere a cons murilor specifice, luîndu-se pe trimestre normele de consum corespunzătoare acestor situaţii şi nu norma anuală, care este o normă medie ponderată. De asemenea pentru fiecare trimestru în parte, trebuie indicată puterea maximă de care are nevoie marele consumator, precum şi între ce ore are loc această putere maximă. Este de asemenea necasar, ca marele consumator să indice şi puterea de care are nevoie în momentul vîrfului de

sarcină al rețelei. In acest scop, coordonatorul trebuie să comunice marilor consumatori ora la care are loc vîrful de sarcină în sistemul considerat. In sfîrșit, marele consumator trebuie să mai indice și sub ce factor de putere se va face furnitura de energie respectivă, și în cazul unor factori de putere prea mici, să arate măsurile pe care le va lua pentru îmbunătățirea, în general treptată, a acestui factor de putere.

Aceste sînt datele pe care are nevoie să le primească coordonatorul din partea fiecărui mare consumator de energie electrică în parte.

Prima parte a balanței: Consumul. Cu ajutorul acestor date și a altora, așa cum se va arăta mai departe, coordonatorul începe să întocmească partea de consum a balanței energetice, care la rîndul ei cuprinde 2 elemente de bază și anume: 1) consumul de putere și 2) consumul de energie electrică.

1. In categoria „*consumul de putere*" se trece în primul rînd puterea maximă simultană cerută de consumatorii din sistem la ora de vîrf a sistemului.

Pentru determinarea acestei puteri, se adună aritmetic pentru fiecare trimestru puterile maxime necesare diverselor întreprinderi, care au făcut această comunicare coordonatorului, grupîndu-se aceste întreprinderi pe Ministere. După cunoștința pe care o are coordnatorul sistemului asupra regimurilor de funcționare a diverșilor consumatori ai fiecărui Minister, la această sumă se aplică coeficienți de simultaneitate, rezultînd astfel puterea maximă cerută de fiecare Minister în parte în sistemul considerat.

Se evaluează apoi puterile trimestriale maxime necesare pentru livrările directe, pe care coordonatorul sistemului și revînzătorii săi, le fac pentru iluminat general, iluminat public iluminat și utilizări casnice și pentru diverși mici consumatori (UCECOM, Centrocoop, gospodării colective, forță motrice pentru scopuri industriale în sectorul particular, forță motrice pentru scopuri neindustriale — ascensoare, hidrofoare, etc., a clădirilor publice și particulare).

Trebuie observat ca puterile necesare pentru livrările directe să nu fie de 2 ori introduse în balanțe, odată la livrările directe și a doua oară la întreprinderile care fac și oficiul de revînzător de energie electrică, cum sînt întreprinderile comunale ale Sfaturilor Populare.

Puterile necesare pentru livrările directe se apreciază de coordoator, ținînd seama de orele de utilizare normală a grupelor de consumatori menționate și de cantitățile de energie, ce le sînt necesare, stabilite așa cum se va arăta mai departe.

Se mai adaugă apoi puterea electrică necesară pentru funcționarea serviciilor auxiliare a centralelor electrice din sistemul respectiv, denumită consum propriu tehnologic, adunată cu puterea necesară acoperirii pierderilor de energie în rețelele sistemului la ora de vîrf maxim a sistemului.

Se adună apoi aritmetic, pe diversele Ministere și trimestre, puterile maxime necesare la ora de vîrf a sistemului și la această sumă se aplică un nou coeficient de simultaneitate, ce se va aprecia de coordonator.

La cifra astfel obținută, se adună puterile stabilite pentru fiecare trimestru, la ora de vîrf a sistemului pentru livrările directe și pentru funcționarea serviciilor auxiliare a centralelor electrice și acoperirea pierderilor în rețele, obținîndu-se astfel puterile trimestriale maxime simultane pe sistem, din care se deduce și trimestrul cel mai încărcat (în mod obișnuit acesta este trimestrul IV).

O atenție specială trebuie avută la alegerea diverșilor coeficienți de simultaneitate. Dacă este vorba de un număr mai mic de întreprinderi, coeficientul trebuie ales mai mare, și invers cînd numărul de întreprinderi este mare. In general coeficienții de simultaneitate variază între 1 și 0,9.

De asemenea trebuie ținut seama că diversele totalizări se fac pentru ora de vîrf a sistemului, și că deci factorii de simultaneitate trebuie aleși în consecință, iar în sumă trebuie să fie cuprinse numai întreprinderile sau consumurile de energie, care intervin efectiv la acea oră. Astfel, de exemplu, dacă într-un sistem vîrful este seara, întreprinderile care nu funcționează după masă, nu trebuie luate în considerare, iar dacă vîrful maxim în sistem e dimineața, iluminatul public nu intervine de loc, iar iluminatul general și cel casnic intervin foarte puțin.

Ca o verificare a rezultatelor obținute, se recomandă să se calculeze factorul de simultaneitate global. Aceasta se obține făcînd suma puterilor maxime, cerute de toți consumatorii (inclusiv livrările directe, cosumul propriu tehnologic și pierderile în rețele) și împărțind această cifră la puterea maximă simultană stabilită așa cum s-a arătat mai sus. In mod general această cifră trebuie să fie cuprinsă între 0,8—0,9.

O altă verificare constă în a compara puterea maximă simultană, obținută cum s-a arătat la început, cu puterea maximă simultană dedusă din puterea maximă simultană din anul anterior, înmulțită cu raportul dintre producția planificată în anul respectiv față de producția din anul anterior și cu un coeficient care variază între 0,95 și 0,98.

Cifrele obținute prin ori care din aceste căi, trebuie să conducă la rezultate apropiate între ele, dacă datele primite de la consumatori sînt reale și coeficienții just aleși.

2. *Consumul de energie electrică.* Pentru aceleași categorii de abonați, pentru care s-a stabilit necesarul de putere, se stabilește și necesarul de energie. La marii abonați această

valoare este dedusă din norma de consum aplicată, așa cum s-a arătat la începutul acestei expuneri, la producția industrială, iar la consumurile directe deducînd noile valori din dinamica creșterii consumurilor respective în ultimii 2—3 ani.

Se completează aceste date cu energia corespunzătoare consumului propriu tehnologic și pierderilor de energie în rețea stabilite pe baza indicilor căpătați prin planul tehnic. Totalizarea tuturor acestor consumuri conduce la stabilirea necesarului de energie pentru anul considerat. Bineînțeles că totalizările respective se fac pe an și pe fiecare trimestru al anului considerat.

Partea a II-a a balanței energetice : Resursele. Resursele de putere și energie electrică cuprind toate centralele electrice, care alimentează sistemul energetic considerat.

Pentru stabilirea acestor resurse, toți producătorii de energie electrică dintr-un sistem energetic trebuie să comunice coordonatorului sistemului, următoarele date asupra centralelor pe care le dețin :

1. Puterea instalată și disponibilă a centralei, stabilită conform instrucțiilor pentru stabilirea puterilor indisponibile emise de Inspecția Energetică din MEEIE.

In cazul în care într-o centrală sînt mai multe feluri de instalații : turbine cu abur, motoare Diesel, turbine hidro, se va indica puterea instalată și disponibilă pentru fiecare fel de instalație.

2. Producția de energie maxim posibilă a fiecărei centrale.

In centralele termoelectrice s-a admis că producția maxim posibilă este egală cu puterea medie anuală instalată înmulțită cu următorul număr de ore de utilizare :

— La centralele cu abur interconectate : 5 850 ore/an
— Idem izolate sau racordate : 4 700 ore/an
— Centrale cu motoare cu combustie internă (motoare Diesel cu gaz, cu benzină, etc.) interconectate : 5 500 ore/an
— Idem izolate sau racordate : 4 400 ore/an

In cazul că în trecut s-a obținut o producție mai mare decît cea corespunzătoare cifrelor de mai sus, se va lua drept producție de energie maxim posibilă, producția anuală din trecut.

Producția de energie maxim posibilă a centralelor hidroelectrice se ia egală cu producția anuală dintr-un an cu ploi normale (sau se poate lua media anuală a producției realizate în ultimii 10—15 ani). Dacă aceste date lipsesc, producția de energie maxim posibilă se calculează cu formula : Puterea medie anuală instalată × 2 500 ore/an.

In cazul în care într-o centrală sînt mai multe feluri de agregate, producția maxim posibilă a centralei este egală cu suma producțiilor maxim posibile pe diferite feluri de agregate din centrală.

Puterea medie instalată anuală, care servește la stabilirea producției de energie maxim posibile, se calculează în modul următor :

$$P_{medie} = \frac{P_1 Z_1 + P_2 Z_2 - P_3 Z_3}{Z_1} \text{ kW}$$

în care :

P_1 — puterea instalată existentă la începutul perioadei ;
Z_1 — numărul de zile calendaristic din perioada respectivă ;
P_2 — puterea instalată în cursul perioadei ;
Z_2 — numărul de zile calendaristic de la intrarea în funcțiune a acestei puteri pînă la sfîrșitul perioadei :
P_3 — puterea instalată a grupurilor care se scot din funcțiune în cursul perioadei ;
Z_3 — numărul de zile calendaristic de la data scoaterii din funcțiune a grupului pînă la sfîrșitul perioadei.

Calculul puterii instalate medii trebuie făcut pentru fiecare fel de agregat în parte.

Numărul de zile calendaristic Z_2, Z_3, trebuie stabilit în concordanță cu termenele de intrare în funcțiune ale utilajului energetic, respectiv cu termenele de scoatere din funcțiune pentru grupurile ce se transferă sau se casează, conform proiectelor de plan de lucrări capitale sau eventual reparații capitale.

— Puterea medie în reparație se calculează după aceleași reguli ca puterea instalată medie ponderată, înlocuindu-se în formula dată puterile instalate prin puterile în reparații, iar la numărul de zile punîndu-se numărul de zile în reparație.

3. Producția de energie planificată pe fel de instalații pe an și trimestre.

Precizări

— Consumul propriu tehnologic se defalcă pe fel de agregate, ținînd seama de indicele respectiv în procente din energia produsă primit ca sarcină de plan.

— Pierderile în rețele sînt de obicei completate de coordonatorul sistemului.

— Puterea necesară pentru consumul propriu și pierderile în rețele poate fi considerată că reprezintă același procent față de puterea maximă ca și valorile corespunzătoare față de energia produsă, respectiv emisă.

Coordonatorul, primind datele arătate mai sus, totalizează pe Ministere și fel de instalații puterile instalate, disponibile, în reparație, din fiecare trimestru și deduce astfel puterile utilizabile din sistemul considerat.

De asemenea totalizează apoi propunerile de plan de producție pe an și pe trimestre, pe feluri de agregate și pe total, a tuturor centralelor din sistem, precum și producția maxim posibilă pe total și fel de agregate.

In felul acesta stabileşte totalul resurselor de putere şi energie de care dispune sistemul.

Compară apoi consumul maxim de putere din fiecare trimestru cu resursele de care dispune în acel trimestru şi stabileşte astfel excedentul sau dificitul de putere care rezultă în sistem.

Compară apoi consumul de energie din fiecare trimestru cu resursele, ţinînd seama atît de propunerile de plan de producţie, cît şi de producţia maxim posibilă şi stabileşte excedentul sau deficitul de energie din fiecare trimestru.

In cazul în care este excedent de putere şi energie, coordontatorul reduce de acord cu dispecerul sistemului, pe baza mersului economic, propunerile de plan de producţie la acele centrale, care au consumuri specifice de combustibil mai ridicate sau care consumă combustibili mai scumpi sau dificitari în cadrul economiei naţionale.

— In cazul în care este deficit de putere în sistem, se recurge la una din următoarele metode :

1. Se impune reducerea vîrfului de sarcină prin raţionalizarea consumului de energie electrică şi aplatizarea curbelor de sarcină, astfel încît anumite industrii care consumau în orele de vîrf, să-şi mute consumul de energie în orele de gol ale curbei de sarcină ;

2. Se studiază interconectarea acestui sistem cu alte sisteme care au excedente de putere ;

3. Se studiază mărirea puterii instalate în anumite centrale prin grupuri noi sau prin transferarea unor grupuri din centralele sistemelor, care au excedent de putere, în cele care au deficit de putere.

Concluzii

Se vede dar că scopul întocmirii balanţelor energetice este stabilirea din timp a excedentelor şi deficitelor de putere şi energie pe sisteme energetice, în vederea luării măsurilor necesare pentru satisfacerea integrală a cererilor de energie a consumatorilor. Importanţa balanţelor energetice rezultă deci de la sine. Totuşi trebuie insistat asupra faptului că balanţele energetice pun în evidenţă modul cum sînt utilizate resursele de energie, dacă la realizarea producţiei s-a urmărit funcţionarea economică a instalaţiilor şi s-a evitat risipa de energie, iar la realizarea reparaţiilor s-a evitat risipa de timp, pentru a se obţine o putere utilizabilă cît mai aproape de puterea disponibilă, care la rîndul ei trebuie să fie cît mai aproape de puterea instalată. Tot balanţele energetice indică momentul, în care este necesară extinderea şi completarea instalaţiilor de producţie sau redistribuirea resurselor de producţie, acolo unde există deficite de putere şi energie.

Balanţele au deci drept al doilea scop cîştigarea unui pas înainte în realizarea lucrărilor capitale şi în acelaşi timp evitarea investiţiilor inutile.

Din cele de mai sus rezultă că planificarea producţiei de energie electrică pe sisteme şi centrale electrice este strîns legată de concluziile trase din analiza balanţelor energetice şi că va fi cu atît mai sigură şi completă alimentarea cu energie electrică a consumatorilor, cu cît vor fi mai juste cifrele trecute în balanţe.

Pentru a se ajunge la acest rezultat, este necesară o colaborare permanentă între coordonatorul pe sistem şi producătorii şi consumatorii de energie electrică în timpul întocmirii balanţelor energetice.

In ultimii ani a început a se norma consumul de energie electrică pe produse, fapt care are drept rezultat o mai justă planificare a necesarului de energie electrică, direct legată de producţia industrială a întreprinderilor consumatoare de energie electrică.

In cursul anului 1954 această normare s-a intensificat odată cu înfiinţarea Inspecţiei Energetice din MEEIE şi totodată s-a introdus şi întocmirea pe baze unitare a balanţelor pe sisteme energetice.

In urma măsurilor luate în această direcţie, energetica romînească va avea de cîştigat, iar planificarea producţiei de energie electrică se va putea face pe baze strict ştiinţifice într-un viitor apropiat.

Bibliografie

[1] *Markovici I. M.* : Sistemele energetice şi regimurile lor de funcţionare, Editura Energetică de Stat, 1955.

[2] *M.E.E.I.E* : Instrucţiuni pentru completarea de către întreprinderi a formularelor de plan ajutătoare, Editura de Stat pentru imprimate şi publicaţii, 1955.

[3] *Comisia de Stat a Standardizării* : Stas 2551/51 Centrale Electrice. Puteri. Terminologie, Editura Tehnică, 1951.

[4] *Petrescu A.* : Metodologia planificării producţiei de energie electrică, Energetica şi Hidrotehnica, nr. 11/1955

Energetica generală

Spre un al treilea plan de echipare. Le Moniteur professionnel de l'Électricité nr. 103 aprilie (1956) pag. 1—2

Dezvoltarea producţiei franceze în 1955 a fost remarcabilă : indicele producţiei industriale a crescut cu 9,7 % iar consumul de energie electrică cu 9,1 %. În aceste condiţii, în mare progres faţă de anul 1952, în care cifrele de bază al celui de al doilea plan de modernizare şi echipare ale instalaţiilor energetice fuseseră stabilite într-o epocă de stagnare economică, s-a prezentat în Consiliul Republicii proiectul de lege relativ la aprobarea acestui plan.

Raportorul a conchis pentru aprobarea proiectului de lege însă a făcut următoarele observaţii în ceea ce priveşte viitorul :

Ţinînd seama de cele două cifre extreme de 4,6 % respectiv 5,5 % luate ca indici ai expansiunii economice anuale, Franţa pentru a-şi menţine fără nici-o ameliorare erarhia energetică în lume, va avea nevoie de un supliment de energie echivalent cu 29,5—38 milioane tone de cărbune convenţional în 1965 şi 100 mil. tone în 1975. De aceea pentru a evita orice întîrziere în cel de al dollea plan şi a nu produce întrerupere între acesta şi cel de al treilea plan, este necesar să se continuie dezvoltarea folosirii resursei clasice de energie. In ceea ce priveşte energia electrică trebuie contat în 1960-1961 pe un consum de ordinul 75 mrd. kWh, şi de aceea se cere accelerarea realizării centralei mareomotrice de la Rance şi eventual încheierea de acorduri cu ţări ce ar putea furniza energie electrică ca Elveţia, Austria, Jugoslavia.

Pe de altă parte, în ceea ce priveşte energia nucleară, trebuie prevăzut de pe acum posibilitatea acoperirii începînd cu 1957, a unui sfert a creşterii anuale a potenţialului centralelor electrice prin centrale atomoelectrice, ceea ce înseamnă un minim de 10 mrd. kWh în 1967. Aceasta nu va fi însă posibil decît dacă se formează un număr suficient de cercetători şi tehnicieni, pentru a dispune din 1965 de un minim de 6230 oameni de ştiinţă pe an, adică 1,45 $^0/_{00}$ din populaţia totală, faţă de 2,55 $^0/_{00}$ în U.R.S.S. şi 4,5 $^0/_{00}$ în S.U.A. E 209 *i. s.*

Realizările E.d.F. în *1955*. Le Moniteur professionnel de l'Électricité nr. 103 aprilie 1956 pag. 1—2

E.d.F. face cunoscut într-o broşură rezultatele provizorii ale producţiei şi consumului de energie electrică în 1955.

In ceea ce priveşte consumul anual de energie electrică pe cap de locuitor, Franţa ocupă cu 1 060 kWh al 13-lea loc din lume, după Norvegia (6 450 kWh) S.U.A., Elveţia, Anglia, R.F.G. şi Belgia. Consumul global de energie electrică a atins în 1955 cifre de 49,45 mrd kWh, înregistrînd o creştere de 9,1 % faţă de anul precedent, din care 6,3 % în joasă tensiune şi 9,9 % în înaltă tensiune, consumul industrial în această ultimă categorie intervenind cu o pondere foarte mare (industria siderurgică a marcat un spor de consum de 14 %).

Ca repartiţie 25,6 mrd. kWh au fost produse în centrale hidroelectrice, iar restul în centrale termoelectrice. Producţia centralelor hidroelectrice a crescut cu 5,3 % cu toată valoarea scăzută cu 2 % a cifrei hidraulicităţii de ansamblu în 1955, iar centralele termoelectrice au produs cu 12,4 % mai mult ca în anul precedent.

Puterea instalată în centralele termoelectrice la 1 ianuarie 1956 se repartiza în felul următor : E. d. F. 4 100 MW, regii 140 MW, mine 2 300 MW, siderurgie 850 MW, diverse alte industrii 1 000 MW, adică în total 8 390 MW.

Broşura E. d. F. subliniază efortul făcut în 1955 şi dă lista unităţilor puse în funcţiune în acest interval. E 210 *i. s*

Potenţialul energetic european (de apus) şi repartizarea sa Denk Erwin ÖZE vol. 9 (1956) nr. 1 pag 5-9.

Articolul scris în întîmpinarea congresului mondial al energiei din Viena iunie 1956, analizează pe baza materialului documentar OEEC şi ECE repartizarea în Europa de vest a surselor energetice primare. Din acest punct de vedere autorul imparte Europa în trei zone cu caracteristici energetice diferite : o regiune de nord (cuprinzînd ţările scandinave, Finlanda şi Scoţia), una de sud (limitată la nord de peninsula iberică, sudul Franţei, Elveţia, Austria, sudvestul Jugoslaviei, toate inclusiv), acestea două constituind zonele cu caracter predominant hidroenergetic, regiunea cuprinsă între cele două linii de demarcaţie avînd un caracter predominant termoenergetic.

Potenţialul energetic existent pe baza energiei primare clasice se modifică prin apariţia energiei nucleare în domeniul energetic. Datorită repartizării inegale a zăcămintelor minereurilor de uraniu şi în urma caracteristicilor centralelor atomoelectrice (lipsa de elasticitate, centrale de bază), repartizarea inegală a potenţialului energetic nu se nivelează, ci capătă numai un nou aspect.

Pentru remedierea situaţiei energetice existente în vederea creerii puterii disponibile, capabile să satisfacă cererile aflate în continuă creştere, autorul enumeră o serie de propuneri : mărirea intensităţii şi extinderii exploatării resurselor de energie clasice, mărirea randamentului instalaţiilor existente, pe lîngă aceste măsuri aflate pe linia de dezvoltare a tehnicii, autorul mai preconizează : — Crearea unui sistem interconectat supraregional pentru întregul sector energetic. Energia electrică a făcut în această privinţă progrese, desfiinţînd prin reţelele interconectate în spaţii mari problema depărtării dintre locul de producţie a energiei şi locul de consum. Ceva similar va fi eventual tot aşa de avantajos pentru o reţea interconectată de gaz natural. —Colaborarea în cadrul internaţional în scopul raţionalizării şi coordonării în sectorul energetic. În această legătură, autorul se referă la organizaţiile internaţionale în cadrul ONU sau în afara lui, privind colaborarea economică. — Finanţarea prin colaborare internaţională a lucrărilor de amenajare a surselor de energie brută, care depăşesc în viitorul previzibil necesarul statelor în care se găsesc. E 211 *v. b.*

Date statistice din Raportul asupra situaţiei energetice a Europei în 1954 publicat de Comitetul Energetic al ECE (E/ECE/EP/173 din 12/10 1955), reprodus de Ö.Z.E. vol. 9 (1956) nr. 1.

Consumul de energie electrică 1938 = 100

S.U.A.	378	
U.R.S.S.	368	
toate ţările	294	(fără China)
Europa	228	

Cota parte de energie hidroelectrică din total, în procente :

	1938	*1954*
Europa		36
S.U.A.		20
U.R.S.S.		14 (1950)
Austria	80	74
Italia	94	82
Finlanda	79	85
Suedia	90	94

În Franţa, Norvegia, Elveţia procentul nu a variat faţă de 1938.

Consumul specific în kWh de cap de locuitor :

Norvegia	6450	R.F.G.	1330	(fără consum propriu)
Suedia	3470	Austria	1240	
S.U.A.	3360	C.S.R.	1070	(apreciat)
Luxemburg	3030	Franţa	1060	(fără consum propriu)
Elveţia	2630			
Saar	1920	Italia	740	
Anglia	1660	(apreciat U.R.S.S.	680	
R.D.G.	1420	(apreciat)) Ungaria	520	(apreciat)
Finlanda	1350	Jugoslavia	200	

E 212 *v. b*

Aplicarea teoriei franceze a costurilor finale (marginalism) la preţul energiei electrice. Kreutzer, K. o Oe. Z.E. an (1956) nr. 3 pag. 82.—86.

Teoria „marginalismului" nouă în ce priveşte aplicarea la tarifarea energiei electrice de către energeticienii francezi, a fost expusă mai pe larg la Congresul UNIPEDE din septembrie 1955 de la Londra şi dezbatută ulterior şi la sesiunea Institutului de Economie Energetică a Universităţii din Köln din octombrie 1955. Influenţarea noului tarif în curs de introducere în economia electroenergetică (etatizată) a Franţei de către această teorie, arată limitele ei practice.

Teoria porneşte de la premisa stabilirii unor preţuri juste în raport cu costurile necesare producţiei, şi anume determinate de costurile de producţie ale ultimei unităţi necesare satisfacerii consumului, cu alte cuvinte costurile de producţie ale centralei cu randamentul ce mai slab, a cărei funcţionare mai este necesară (centrala marginală).

Întrucît însă este caracteristic pentru energia electrică faptul, că producţia este grevată şi de costurile intalaţiilor destinate a acoperi cerinţele eventuale şi viitoare ale consumatorilor, aceştia pretinzînd o disponibilitate de energie furnizabilă în orice moment, trebuie găsită modalitatea de calcul pentru a determina factorul, cu care costurile marginale se adaptează la costurile medii efective.

Prin luarea în considerare a „costurilor de dezvoltare", se părăsesc însă premisele statice ale teoriei costurilor marginale. În favoarea premiselor dinamice, cu alte cuvinte se iau în considerare „costurile marginale privite pe termen lung". Factorul de corecţie a costurilor marginale a fost denumit „diferenţial" şi este destinat să acopere costurile medii ale tuturor instalaţiilor de producţie. De relevat este faptul că în aceste costuri amortizările intervin cu preţul de înlocuire a investiţiilor, care sînt privite din punctul de vedere al viitorului.

In practică preţul energiei este variat după ore şi anotimp precum şi după tensiune, prevăzîndu-se în el şi costurile de dezvoltare. Preţul de bază pe kW instalat este structurat uşor degresiv. Tariful este variabil şi în funcţie de diversitatea costurilor de dezvoltare în raport cu consumatorii („diferenţieri tarifare"), pentru a ţine seama de „contracţiunea abonaţilor„ (instalaţii proprii), în cazul cererii elastice, sensibile la variaţii de preţuri, şi de efectele concurenţei. O altă modalitate de variaţie o constituie „discriminarea tarifară" după criterii din afara de sectorul energetic (politice, economice, sociale), aceasta fiind calificată de delegatul englez ca o redistribuire a ventitului naţional dictată de diverse tendinţe şi interese.

Recunoscîndu-se că marginalismul nu este destinat a provoca modificări esenţiale în modalitatea întocmirii tarifelor de energie electrică, el constituie totuşi un instrument analitic deosebit de util pentru cazul sistemelor interconectate.

În concluzie, marginalismul reprezintă tendinţa unor energeticieni francezi de a formula un tarif al energiei electrice, cu preţuri cît mai apropiate de costurile efective pentru diferitele categorii de receptori şi ţinînd seama de condiţiile variate de producţie, în raport cu anotimpul şi ora. Un asemenea tarif poate fi atît tariful bloc, cît şi cel cu preţ de bază. Se pare ca acesta din urmă este preferat, apropiindu-se cu un preţ al energiei electrice de caracteristicile amintite mai sus, cel mai mult de cerinţele teoretice ale marginalismului. F 213 *v.b.*

Economia energetică a Spaniei Denk E. Ö Z. E., vol. 9 (1956), nr. 2, pag. 48—53.

Se dă o privire de ansamblu asupra economiei energetice a Spaniei. După o scurtă introducere geografică, se expun resursele de energie primară — cu amintirea şi a zăcămintelor de uraniu din Spania, dezvoltarea economiei energetice, caracteristica producţiei şi a consumului de energie, reţeaua de înaltă tensiune a sistemelor, făcîndu-se în final o apreciere asupra evoluţiei de viitor.

De relevat este importanţa energiei hidroelectrice în balanţa energetică globală, întîmpinîndu-se cu aceste amenajări şi interesele agriculturii. Întrucît însă în anii secetoşi centralele hidroelectrice nu au putut face faţă consumului ceea ce s-a suprapus în economia spaniolă peste recolta slabă şi o stagnare a producţiei industriale din cauza lipse energiei electrice, se preconizează mărirea puterii instalate în centrale termoelectrice, chiar înaintea amenajării integrale a rîurilor.

Costurile de investiţii specifice, valabile la începutul anului 1954 pentru centrale termoelectrice sînt indicate a fi de 4500 pesetas/kW instalat (convertit la paritate peste schilling-ul austriac revine la lei 623/kW), iar pentru centrale hidroelectrice de 2,5 ori atît ceea ce autorul austriac explică prin nivelul de preţuri aflat mult sub nivelul european. E 214

v. b

Economia hidro şi electroenergetică în cea de a doua republică (austriacă). Vas, Oskar Ö Z.E. Vol. 9 (1956), nr. 1 pag. 21.

Într-o conferinţă ţinută în decembrie 1955 au fost expuse, realizările postbelice, situaţia actuală şi perspectivele sectorului energetic din Austria. Situaţia haotică de după război a fost întîmpinată prin programul de punere în funcţiune pentru lucrări începute. Faza a doua a fost constituită de mărirea cu eforturi minime, capacităţii centralelor în funcţinne prin extinderea bazinelor hidraulice prin alte captări. Pe lîngă aceasta au fost începute centrale noi, din care două în colaborare cu Germania. Au fost puse în funcţiune de la terminarea războiului, centrale hidroelectrice cu o putere instalată de 700 MW şi cu o producţie de 3 000 GWh pe an, şi se găsesc în construcţie altele cu o putere instalată de 900 MW, pentru o producţie anuală de încă 3 000 GWh. Centralele de vîrf termoelectrice au fost repuse în funcţiune sau mărite de la 400 MW la 800 MW putere instalată.

Finanţarea lucrărilor mari a întîmpinat dificultăţi datorită nestabilităţii preţurilor. Necesarul anual este de circa 2 miliarde schillingi (la paritate circa 462 000 000 lei). Programul actual în execuţie cu termen 1959 prevede construcţia centralelor hidroelectrice Lünersee, Imst, Reisseck Hieflau, Schwarzach, Jochenstein, Ybbs — Persenbeug şi Ottenstein pe lîngă extinderea centralei termoelectrice St Andrä. Prin acestea se va mări energia disponibilă la debit mediu la aprox. 11 TWh anual. Din evoluţia economiei energetice în ultimii ani (media creşterii anuale a consumului în ultimii 10 ani a fost de 700 GWh) rezultă o dublare a consumului în 10 ani, aşa că în 1964 apare ca probabil un consum de 19 TWh, adică jumătate din potenţialul hidroenergetic al Austriei.

Datorită energiei hidraulice brute încă disponibile, Austria, ca şi Elveţia şi Suedia, este în situaţia dea mai putea aştepta cu realizarea unor proiecte de centrale atomoelectrice şi de a urmări numai evoluţia, pentru a putea lua la timp hotărîrile necesare. Din stadiul evolutiv atins se poate deduce că centralele atomoelectrice nu pot inlocui, datorită posibilităţilor lor limitate de incadrare în diagrama de sarcină, centralele hidroelectrice, în special acele cu acumulare mare.

Sarcina Austriei este de a continua după punerea în funcţiune a hidrocentralei Ybbs-Persenbeug, cu amenajarea integrală a Dunării şi a afluenţilor săi. O completare a acestor centrale va fi amenajarea sistematică a acumulărilor superioare din Alpi. În acest sens se aşteaptă perfectarea contractului pentru realizarea proiectului „Interalpen" pentru valorificarea pentru Europa a bogatelor resurse hidroenergetice ale Austriei E 215

v.b.

Termoenergetica

Indici tehnico-economici şi energetici ai sistemelor de alimentare cu căldură din oraşele mari. VTI Sokolov, E. I, Rubinestein, I. M. şi Zinger, N. M., Teploenerghetica nr. 8 (1956) pag. 31—38.

Introducerea parametrilor înalţi şi supraînalţi la centralele termoelectrice conduce la o scădere considerabilă a consumului specific de combustibil. Diferenţa între consumul specific de combustibil pentru producerea energiei electrice în centralele termoelectrice cu condensaţie pură şi în centralele de termoficare scade pe măsură ce cresc parametrii iniţiali ai aburului.

La C.E.T. consumul de combustibil pentru producerea energiei electrice în ciclul de termoficare rămîne aproape neschimbat (circa 145 g/kWh). Concluzia că nu ar fi indicată introducerea parametrilor înalţi şi foarte înalţi la C.E.T., este însă greşită.

In articol se analizează în ipoteze foarte variate influenţa diferiţilor factori ce intervin în cazul termoficării urbane prin introducerea parametrilor înalţi şi supraînalţi la C.E.T. Calculele au fost efectuate pentru nouă combinaţii, în aşa fel încît să se stabilească efectul economic al instalaţiei energetice şi de termoficare pentru diferite presiuni şi temperaturi ale aburului viu, puteri unitare ale agregatelor, supraîncălzire intermediară etc.

Au fost considerate grupele parametrilor iniţiali 90 ata 500—550°C, 130 ata 550°C, 170 ata 550—600° C şi 200 ata 600°C.

S-au considerat diferite tipuri de turbine cu prize reglabile la 0,5 1,2, 13 ata.

Distanţa între consumatori şi C.E.T. variază în calcule pînă la 50 km; schemele de racordare la reţeaua termică pentru încălzire prevăd elevatoare, iar alimentarea cu apă caldă se face prin sistem deschis şi închis. Se analizează numai sistemul de reţele bitubular.

După analiza graficelor de consum şi temperaturi, influenţa parametrilor iniţiali la economia C.E.T., investiţiile iniţiale şi cheltuielile anuale,se ajunge la următoarele concluzii:

1. Considerînd constante temperatura iniţială a aburului, asupra încălzirii intermediare a apei de alimentare etc, creşterea presiunii aburului viu va da următoarea economie a consumului anual de combustibil pentru producţia de energie electrică şi de căldură: trecerea de la 90 la 130 ata 1,9%, de la 130 la 170 ata 1,4—2,3 % (în medie 1,8 %) şi de la 170 la 200 ata 0,4 %.

2. Economia obţinută la C.E.T. prin ridicarea temperaturii aburului viu va fi de 2,1—2,2 % pentru fiecare 50°C în timp ce pentru C.T.E. este de 2,8 %.

3. Efectul introducerii supraîncălzirii intermediare la C.E.T. este de 2 ori mai mic decît la C.E.T. Se presupune că folosind pentru termoficare priza de 0,5 ata se poate mări considerabil efectul supraîncălzirii intermediare la C.E.T.

E 216 *g. c.*

Instalarea unei turbine de 125 MW cu parametrii de 316 ata şi 628°C în S.U.A. Energohozlaistvo za rubejom nr.2 (1956) pag. 48 după Steam Engineer (1956) II.

La centrala termoelectrică Philo din S.U.A. sînt în curs lucrările de instalare a unei turbine de 125 MW cu parametrii supracritici. Turbina va fi alimentată de un cazan cu un debit de 305 t/h la 316 ata, 620°C cu două supraîncălziri intermediare ale aburului; la 87 ata pînă la 565°C şi la 13 ata pînă la 538°C.

Temperatura apei de alimentare este de 275°C. Cazanul va avea trei camere ciclon cu recircularea gazelor de ardere pentru stabilirea temperaturii acestora la intrarea în partea de convecţie de 1050°C. E 217

g. c.

Centrala de la Altbach a Societăţii Neckarwerke. Reihling, E. şi Schubotz, W. Energie 1956 februarie

Autorul descrie centrala de la Altbach, insistînd asupra soluţiei de modernizare a acestei centrale, adoptată în 1953-54.

Centrala de la Altbach are o putere de 108 MW, respectiv 148,9 MVA. Înainte de modernizare ea a fost echipată cu 6 cazane de 41 ata şi 450°C şi cu cinci turbine cu parametrii corespunzători. Prin reconstruirea supraîncălzitorilor s-au ridicat parametrii aburului la 43 ata şi 510°C şi s-au montat încă două cazane şi o turbină cu noi parametrii. Reconstruirea turbinelor vechi este în curs. Articolul dă amănunte asupra cazanelor, turbinelor, sistemului regenerativ, circuitului apei de răcire şi al apei de adaos. Reglajul cazanelor este automat. Tablourile termice sînt în sălile de turbine şi cazane.

Turbina nou montată este de tip AEG de 28/35 MW cu generator de 53,5 VA răcit cu hidrogen, la presiunea de 1 at înzestrată cu un supraveghetor de vibraţii cu înregistrarea amplitudinilor.

Schema electrică cuprinde o staţie de 10 kV care alimentează cosumatorii locali şi pe care debitează doi generatori de 18 MVA legată prin transformatoare de 1 × 18 MVA şi 2 × 12 MVA de o staţie de 30 kV. Aceasta alimentează regiunea şi în ea debitează un generator bloc transformator de 18 MVA, unul de 40 MVA şi unul de 50 MVA. Staţia de 30 kV este cu trei sisteme de bare, iar în staţia de 10 kV al treilea sistem de bare este în construcţie. Centrala este legată de sistem prin două linii de 110 kV şi două transformatoare de 31,5 MVA.

Serviciile interne ale centralei sînt împărţite; motoarele peste 90 kW sînt pe 3 kV iar restul pe 380 V. O turbină de contrapresiune cu generator de 3,75 MVA alimentează barele serviciilor interne, care sînt de asemenea legate în paralel cu staţia de 10 kV prin patru transformatoare de 1,25 MVA. Un releu de frecvenţă deconectează automat, în caz de avarie, serviciile interne de reţea şi face sacrificiile necesare.

Centrala este echipată cu două baterii, una pentru centrala propriu zisă, cealaltă pentru staţie.

Printr-o bună exploatare, centrala atinge un consum tehnologic de 3,5 % şi la utilizarea unui cărbune cu 7000 kcal /kg se obţine un consum specific de 3150 kcal/kWh. E 218

ab.b.

O nouă tehnică a arderii. Gode, A. Engineering and Boiler Hause Review 1956 mai

Articolul descrie experienţele făcute în Franţa, care au dus la o nouă tehnică a arderii cărbunelui, denumită arderea în focar ignifluid. Experienţele au fost executate de Société Anonyme Activit (Franţa) şi Compagnie Industrielle de Procédés et d'Application (Elveţia) din 1951. În 1953 patentul a fost vîndut lui Societé Francaise des Constructions Babcock et Wilcox, care le-a continuat pe scară industrială.

Noua metodă este principial diferită de arderea pe grătar sau cu praf de cărbune. Ea este bazată pe fluidificarea de particole mici solide de cărbune ţinute în suspensie de un curent ascendent de aer. Particolele formează un pat dens, fiind în mişcare rapidă cu toate că sînt în echilibru hidrostatic, efectul fiind acela al unui lichid în fierbere. Debitul de aer ce trece printre particole este funcţie de nevoia de a le mişca. Deasupra patului se introduce în focar aer secundar.

În timpul primelor experienţe au apărut greutăţi. Dacă grăunţele de cărbune nu erau egale, se producea o segregaţie a lor şi limitîndu-se gama de viteză de aer admisibilă,era limitată gama de sarcini. Apoi zgura se dezlipea de grătarul răcit aflat sub patul de grăunţe fluidificate şi se lipea de pereţii focarului.

Intreprinderile de cercetări au învins aceste greutăţi. Segregaţia grăunţelor de cărbune a fost combătută prin transformarea curentului de aer dintr-un curent continuu într-unul pulsator. Cît despre zgură, proprietatea de a se dezlipi de grătar a permis evacuarea acesteia cu un grătar lanţ special format din elemente de tuburi răcite, între care se aflau bare cu ghiare. Pe pereţii focarului s-a făcut un taluz de zgură care dădea patului ignifluid o secţiune trapezoidală şi impiedica lipirea zgurii de perete, producînd de asemenea o mai mare turbulenţă în partea inferioară.

Articolul descrie în amănunţime focarele experimentale, desfăşurarea experienţelor şi rezultatele obţinute.

Concluziile arată că prin acest procedeu se pot arde un mare număr de sorturi de cărbune. Greutăţi s-au ivit numai la introducerea în focar a unui cărbune foarte umed, deoarece acesta se lipea de alimentator, dar după rezolvarea acestei probleme, arderea lui în focar s-a făcut în condiţii bune.

Pornirea cazanului se face cu lemn şi antracit şi durează 1 + 1/2 ore. După oprirea alimentării cu combustibil, focarul se menţine 36 ore, timp în care cazanul poate reporni în 45 de minute.

Randamentul la arderea cărbunelui cu granulaţie 0—10 mm este comparabil cu cel al cărbunelui praf. În schimb consumul tehnologic este cu mult redus faţă de acesta. Faţă de un grătar normal, la ale cărui dimensiuni maxime corespunde un cazan de 80 t/h, un grătar ignifluid de 55—70 m² corespunde unui cazan de 400 t/h. Gazele arse în cazul noului procedeu sînt practic lipsite de cenuşe volantă.

Noul sistem de ardere are perspective mari de dezvoltare şi de a concura cu succes sistemele cunoscute de ardere a cărbunelui. E 219

ad.b.

Cercetări asupra producerii aburului. Edwards, J. A. Combustion and Boiler House Engineering aprilie 1956

Articolul prezintă cercetările executate în ultima perioadă în laboratoarele firmei americane Babcok and Wilcox Company.

O mare importanţă se dau focarelor ciclon, cu ardere sub presiune şi cu temperatura mare a aerului de ardere (540°C). Sînt descrise focarele utilizate şi rezultatele obţinute.

Antrenările de săruri în cazane şi depunerea lor în special a siliciului pe turbine este cercetată cu ajutorul fosforului P^{32} radioactiv. S-au experimentat diverse metode de spălare a aburului cu apa de alimentare, obţinîndu-se rezultate foarte bune (eliminarea a 85 % din siliciul antrenat).

Cercetările principale sînt legate de introducerea parametrilor supracritici ai aburului. În acest scop s-a executat o centrală pilot cu cazan de 544 kg/h la 316,4 ata şi 624°C. Aici se studiază circulaţia în cazanele supracritice, rapoartele admisibile ale amestecului abur — apă, viteze admisibile, coroziuni etc.

Probleme de metalurgie şi rezistenţa materialelor sînt studiate în secţii speciale. Se studiază topirea metalelor sub vid pentru a obţine aliaje pure şi omogene, influenţa temperaturii asupra rezistenţei materialelor, fenomenele de rupere la recipienţi supuşi la presiuni şi temperaturi mari.

În laboratorul de cercetări a coroziunilor prezintă un interes deosebit coroziunea produsă de oxizii de vanadiu aflaţi în unele sorturi de păcură. Prin adăugare de dolomit în păcură s-a reuşit în parte să se elimine efectul coroziv. E 220

ad.b.

Aparat pentru determinarea gradului de măcinare a prafului de cărbune Elektriceskii Stanţii, nr. 4 (1956)

Pentru determinarea gradului de măcinare a prafului de cărbune la centralele termoelectrice se foloseşte de obicei analiza pe sită, operaţie care necesită un volum mare de muncă şi care nu dă rezultate exacte.

Pentru înlăturarea acestui neajuns la una din centralele termoelectrice din regiunea Kuibîşev a fost folosit un aparat, a cărui descriere se dă detaliat.

Aparatul funcţionează pe principiul variaţiei volumului specific a prafului, în funcţie de gradul de măcinare în aceleaşi condiţii de încărcare a probei. În aceleaşi condiţii de introducere în biuretă a prafului, într-o anumită cantitate cîntărită (20 g) volumul ocupat variază în funcţie de dimensiunea particolelor de praf, adică de fineţea măcinării. S-a constatat că gradul de măcinare poate fi apreciat după înălţimea ocupată de praf în biuretă. Umiditatea prafului (0,3—0,7 %) nu a influenţat rezultatele experienţelor.

Avantajele folosirii aparatului descris constau în următoarele : — precizia abaterile de la verificările de control prin metoda cu sita la 1 % ; — rapiditate : analiza se face în mai puţin de 1 min ; — lipsa pieselor scumpe ; aparatul poate fi confecţionat în ori ce laborator cu materialul existent : — rezultatele analizei nu depind de date subiective ; uşurinţa repetării controlului ; eliberarea într-un schimb a circa 8 om — ore de lucru a unui muncitor ; nu este necesară folosirea unor site speciale.

În afară de analiza prafului de cărbune, aparatul poate fi folosit şi în alte ramuri industrale (la întreprinderi chimice de construcţie, mori etc.), în care se cere determinarea gradului de măcinare. E 221

j.l.

Turbina de gaz cu rezervoare pentru aer şi gaze. Liebrecht, W Energie, aprilie 1956.

Articolul cercetează perspectivele de dezvoltare ale turbinelor cu gaz. Se arată două piedici în dezvoltarea turbinelor cu gaz, limitarea puterii şi greutăţii în utilizarea cărbunelui.

O altă problemă, care este ridicată, este aceea de a consuma în mod raţional gazele combustibile produse de diverse industrii, în special a gazului de furnal. Variaţiile de sarcină electrică, nevoia de a funcţiona numai la orele de vîrf, împiedică utilizarea gazului de furnal de către o turbină cu gaz, deoarece producţia acestuia este la un debit constant. În general, pînă acum s-a preferat utilizarea cazanelor cu abur care consumă un debit constant de gaz de furnal, iar diferenţa de combustibil pînă la valoarea cerută de sarcina electrică este dată de păcură.

Problema combustibilului poate fi rezolvată prin cazanul de aer. Acesta prezintă dezavantajul unei construcţii mari, din cauza pierderilor mari de presiune pe circuitul de aer şi din cauza răcirii proaste a metalului de către aer. Cazanul de aer permite în schimb porniri rapide şi are pierderi mici la pornire şi oprire.

Puterea maximă a turbinelor de gaz este limitată de consumul mare de energie al compresoarelor (circa 2/3 din puterea turbinei). Ştiind că în general turbinele de gaz pot fi supraîncărcate cu 40 % în schimbul unui randament cu puţin micşorat, în cazul în care la vîrf turbina ar avea la dispoziţie aer comprimat, ea ar putea livra în sistem de $1{,}4 \times 3 = 4{,}2$ ori puterea ei normală. Aceasta s-ar putea realiza cu ajutorul unui rezervor de aer tampon.

Să dă diagrama ciclului termic la 4 valori ale sarcinii şi o schemă termică formată din cazan cu aer, trei turbine cu încălzire intermediară, şase compresoare cu răcire intermediară, rezervor de aer şi recuperatoare de căldură la evacuarea gazelor arse din turbină şi din cazan. Reglajul de sarcină se face prin reglajul temperaturii aerului cu ajutorul recirculaţiei gazelor arse în cazan. Reglajul compresoarelor se face pentru două trepte, una la sarcină mare, necesară la umplerea rezervorului de aer şi una la sarcină mică, corespunzător consumului curent al turbinei. Rezervorul de aer este construit subteran, presiunea fiind menţinută constantă de un bazin de apă legat cu acesta.

Centrala poate funcţiona fie în regim continuu, la vîrf producînd energie şi în gol umplînd rezervorul de aer, fie în regim intermitent, umplerea rezervorului făcîndu-se cu turbina proprie sau cu energie străină, în cazul cînd aceasta este mai ieftină.

În articol se descrie un proiect de cazan Steinmüller de aer de 555 t/h la 90 at şi 650°C, ce poate acoperi consumul unei turbine de 100 MW. Un încălzitor intermediar încălzeşte aerul dintre două turbine de la 350°C la 580°C la 12 at. Se utilizează oţeluri austenitice ce lucrează la 700°C. Gazele arse ies la 160°C. O parte din ele (circa 20 %) sînt recirculate pentru reglajul temperaturiii.

Construcţiile descrise mai sus fac ca turbina de aer să concureze cu succes celelalte tipuri de centrale termoelectrice de vîrf sau centrale cu pompaj. E 222

ad.b

Formule şi tabele pentru echilibrul amoniac-bioxid de carbon solvaţi în condensat, Hömig, H. E. Energie, ian. 1956

Articolul prezintă rezultatele obţinute de cercetătorii A. Meyer şi M. Werner, la Institutul Termo-Chimic din Aachen, în problema echilibrului amoniac-bioxid de carbon solvaţi în condensat. Se ştie că această problemă este deosebit de importantă pentru alcalinizarea apei de cazan şi combaterea coroziunilor de bioxid de carbon. Se dau formule şi tabele cu valorile lui m_{CO_2}, m_{HCO_3}, m_{CO_3}, m_{NH_4}, m_{NH_3}, Q_N, funcţie de conţinutul de bioxid de carbon şi pH sau amoniac şi pH.

Din aceste date se arată că la $pH < 6$ surplusul de CO_2 care nu a reacţionat cu apa este liber şi produce coroziuni periculoase.

La pH între 7 şi 10 surplusul de CO este sub formă de bicarbonat. La $pH = 9$ acesta este 90 % bicarbonat. Peste $pH = 10$ se produce $(NH_4)_2\ HCO_3$ deci amoniacul nu mai serveşte la alcalinizarea apei.

Chiar pentru creşterea pH de la 9 la 9,5 este necesar mult amoniac, fără ca efectul acestuia să fie prea important.

De aceea firmele care au adoptat alcalinizarea apei de cazane cu amoniac prescriu $pH = 9$. E 223

ad.l

Cazane de abur şi focare După recenzia din BWK nr. 1, vol. 7, (1955) pag. 38, asupra rapoartelor de la conferinţa mondială a energiei 1954.

În cadrul sesiunii parţiale a conferinţei mondiale a energiei de la Rio de Janeiro, august 1954, au fost ţinute 4 referate privind arderea cărbunelui brun, a turbei, a unor cărbuni de constituţie nouă şi a deşeurilor vegetale.

Referatul pentru gazeificarea cărbunelui brun la centrale termoelectrice mari [1] descrie procedeul de gazeificare la temperatură joasă, de pe urma căreia semicocsul de granulaţie măruntă este folosit drept combustibil pentru cazanele de abur. Economicitatea procedeului depinde pe de o parte de preţul gazului natural, care după datele autorului a crescut în ultimii 40 ani în SUA datorită valorificării sale ca materie primă în industrie şi pe de altă parte de cantitatea şi valoarea gudroanelor şi a produselor secundare obţinute. Se indică în referat pentru diferite cazuri, date de laborator asupra gudroanelor de distilare ale cărbunilor bruni, precum şi descrierea unei centrale de 240 MW construită [x] de Alcoa în Texas.

Al doilea referat se ocupă de disponibilitatea cazanelor de abur în special în privinţa prelungirii perioadelor între opririle datorite murdăririi suprafeţelor de încălzire [2]. Cărbunii analizaţi necesită pentru ardere focare speciale în următoarele cazuri: conţinutul de sulf > 1,8 %, conţinutul de săruri < 0,3 %, conţinutul de fosfor < 0,03 %.

S-au experimentat focare cu cărbune pulverizat sau cu grătare, fără preîncălzitoare de aer pentru cărbune cu conţinut mare de sulf; focare cu cărbune pulverizat pentru cărbune cu conţinut mare de săruri şi focare cu cărbune pulverizat sau cu grătar rulant pentru cărbunii cu conţinut mare de fosfor.

Pentru prelungirea duratei de funcţionare între opriri şi reducerea sau împiedicarea depunerii de sgură în focar se recomandă adăugarea de săruri de sodiu sau potasiu, compuşi ai aluminiului, sau, după un exemplu cercetat dolomit 60—40 % amestecat cu var şi carbonat de magneziu în proporţie de 1 : 1 faţă de cantitatea de sgură.

Al treilea referat [3] tratează despre arderea deşeurilor de plante, dînd analizele elementare, pentru un număr mare de astfel de deşeuri.

Ca procedeu de ardere se recomandă gazificarea prealabilă în generatoare de gaze cu funcţionare continuă sau intermitentă.

Referatul [4] desvoltă problema specială a folosirii bagasei, deşeu de la prepararea zahărului din trestia de zahăr, şi analizează tipurile de cazane corespunzătoare.

Greutăţile esenţiale la arderea bagasei sînt, conţinutul mare de apă şi antrenarea în gaze a unor bucăţi mici de bagasă. Faţă de sistemul cu focar cu două camere folosit anterior, se recomandă focarul cu grătar lung, în trepte cea mai mare parte din aer fiind dată ca aer secundar. Randamentul cazanului poate atinge 70 %

[1] *V.F. Parry şi W. S. Landers* — SUA. Carbonizarea lignitului la temperatură joasă la o centrală de 240 000 kW din SUA (15 pag, 3 fig., 3 tabele).

[2] *W. F. Simonson* — Anglia — Proiectarea cazanelor şi disponibilitatea lor (22 pag. 9 fig.).

[3] *A. Parker* şi *T. F. Hurley* Anglia — Arderea deşeurilor vegetale pentru producerea de energie (37 pag. 23 fig. 3 tabele).

[4] *M. Tanaka* — Japonia — Construcţia cazanelor pentru bagasă (16 pag. 4 fig. 3 tabele).

[*] vezi rezumatul — Valorificarea lignitului într-o nouă centrală din Texas a societăţii Alcoa, dela pag. 491 a revistei.

E 224 *c. m.*

Grupuri electrogene cu turbină cu gaze alimentate de compresoare cu pistoane libere Huber, R. — La Technique Moderne — Vol. 44 (1954) Caet. 12, pag. 500/508. Schweiz. Bauzeitung — Vol. 72 (1954) Vol. 44, pag. 631/634 şi Vol. 45, pag. 649/653, tradus în Archiv fur Energiewirstschaft Nr. 8/55 — 25. IV. 1955. pag. 297—314.

Transformarea energiei conţinute în combustibili în energie mecanică se efectuează în general în 2 trepte:

1. Se ridică temperatura şi presiunea unui gaz sau se vaporizează un lichid efectuîndu-se arderea combustibilului;

2. Gazul sau vaporii obţinuţi desvoltă prin destindere lucrul mecanic. Din punct de vedere al gabaritului raportul de volum al instalaţiilor aferente celor 2 trepte este aproximativ 1 : 30 la motoarele cu ardere internă şi 30 : 1 la instalaţiile cu turbine cu abur. Turbina cu gaze alimentată de un compresor cu pistoane libere este soluţia ce uneşte camera de ardere a unui motor Diesel cu o turbină, preluînd deci dela fiecare gabaritele minime posibile.

În comparaţie cu un motor Diesel compresorul cu pistoane libere ocupă un spaţiu mai mic, are piese mai uşoare şi mai mici şi o durată de funcţionare mai lungă. Ele au randamente aproape egale (36—37 %) şi consumuri de combustibil similare (cca. 175 G/CP. h.).

În articol se face o descriere principială a construcţiei şi funcţionării instalaţiei.

Compresorul cu pistoane libere utilizează combustibili grei. La defectarea unui grup compresor instalaţia este parţial

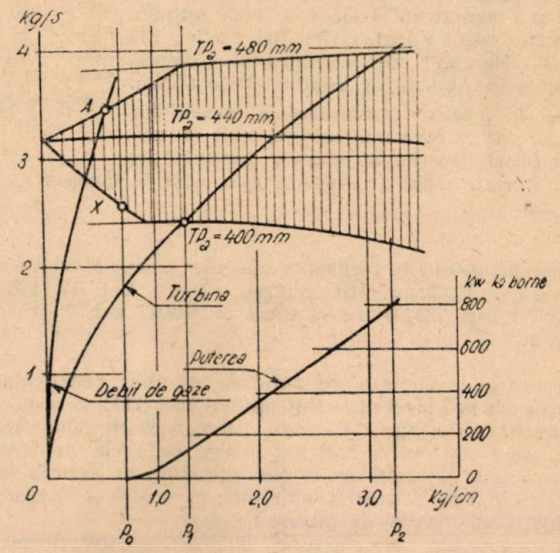


Fig. 1 Curba caracteristică a compresorului tip GS 34.
P_0 = Presiunea gazelor la mers în gol
P_1 = Presiunea gazelor la închiderea ventilului de reglare
P_2 = Presiunea gazelor la sarcina maximă a turbinei

scoasă din funcţiune spre deosebire de motorul Diesel unde la reparaţii se opreşte complect. Pînă în anul 1954 au fost montate asemenea instalaţii pe 23 nave (fiecare cu 2 grupuri) 12 instalaţii energetice între 600 şi 6000 kW. 1 locomotivă şi 1 staţie pompare.

Combustibilul greu folosit de un grup energetic din Africa de Nord are vîscozitatea 9—14°E la 50°C, locomotiva construită de firma Renault foloseşte motorină cu vîscozitatea 2°E la 50°C. Toate instalaţiile în construcţie pînă în anul 1955 folosesc compresoare de tip similar, turbina cu gaze însă se alege astfel ca să fie adaptată scopului.

La reglarea instalaţiei se variază debitul gazelor, prin variaţia cursei pistoanelor şi presiunii. Curbele T_{p_0} indică distanţa punctului mort superior faţă de mijlocul cilindrului. Porţiunea haşurată indică domeniul de funcţionare al compresorului.

S-a stabilit că pentru încărcări a turbinei sub 20 % din puterea normală trebuie evacuate în atmosferă o parte din gaze.

Autorul descrie pornirea instalaţiei, care se face cu aer comprimat dat de un compresor auxiliar, operaţia se face după curba X din figură.

Preluarea creşterilor repezi a sarcinei întregii instalaţii necesită ca pe axul turbinei să se aşeze un volant. Cercetările au dovedit că un volant de dimensiuni mici permite deconectarea bruscă dela plină sarcină. La întreruperea sarcinei dela 600 la 0 kW turaţia turbinei creşte în clipa deconectării la 109,2 % după 32 secunde dela deconectare, şi după cîteva

oscilaţii se stabileşte la 104,7 % din turaţia iniţială. Ventilul de reglare al accesului gazului spre turbină se stabilizează în poziţia de mers în gol după 13 sec. În cazul în care nu există volant, la aceiaşi cădere a sarcinii, ventilul îşi stabileşte această poziţie. În 6 secunde, în prezent se poate deconecta brusc 1500 kW fără ca turaţia turbinei să fie mai mare de 110 % din turaţia normală.

Spre deosebire de turbinele cu aburi, la turbinele de mai sus nu se închide accesul aburului ci se opreşte brusc accesul combustibilului spre compresoare.

Se descriu şi alte măsuri de siguranţă menite să asigure o funcţionare sigură a instalaţiei.

La data apariţiei articolului se găsesc în construcţie o instalaţie de turbină cu gaze a limentată de 8 compresoare cu pistoane libere, a cărei putere este 6 000 kW. Turaţia turbinei şi a generatorului electric 3 000 rot/min. Greutatea totală a instalaţiei 105 t adică 135 kg/kW. Consumul de combustibil (compresoare, turbină, generator, conducte) 245 g/kWh.

Deşi în prezent randamentele instalaţiilor descrise sînt cu ceva mai reduse decît la motoare Diesel moderne, se speră o îmbunătăţire a lor întrucît tehnica acestora este abia la început.

E 225 *c. m.*

Progrese în construcţia turbogeneratoarelor mari. Moldenhauer, F., Tehn. Mitteilungen — Essen, Vol. 47 (1954) Nr. 7/8 pag. 281/91 cu rezumat în BWK, vol. 7 (1955) Nr. 1.

Generatoarele cuplate cu turbinele cu abur constituind maşinile cele mai mari din echipamentul unei CTE, necesită o construcţie foarte îngrijită cu atît mult cu cît solicitările materialelor sînt mari. Autorul descrie metodele moderne de construcţie şi verificare a generatoarelor, de echilibrare a rotoarelor şi de reducere a vibraţiilor în rotoare şi statoare, precum şi materialele de ungere necesare.

În construcţiile noi, răcite cu hidrogen, rezolvarea problemei transmisiei active a căldurii desvoltate în înfăşurări se face în mod foarte eficace prin răcirea directă interioară a conductoarelor de formă tubulară.

În timp ce la un generator de 125 MVA răcit cu hidrogen cu presiunea de 350 mm col. apă, la o răcire indirectă a rotorului, rotorul are o greutate de 43 t, la un generator de 250 MVA cu conductoare tubulare răcite cu presiunea de 2 at. rotorul are o greutate de 47 t. şi o lungime cu numai 10 % mai mare decît primul.

Noi progrese se bazează pe folosirea tolelor statorului din tablă cu cristalele orientate. Această tablă are pe o anumită direcţie pierderi în fier mai reduse şi o reluctanţă magnetică mai scăzută, ceiace influenţează favorabil dimensiunile şi greutatea generatorului.

La stadiul actual al tehnicii forjării se întrevede posibilitatea construirii de generatoare cu putere unitară mai mare decît 375 MVA. E 226

c.m.

Instalaţii franceze de turbine cu gaze, combinate cu generatoare de abur sistem Mercier.

Oil Engine and Gas Turbine, vol. 22 (1954) caet 258 p. 315/318, tradus în — Archiv für Energiewirtschaft Nr. 8/55 — 25 aprilie 1955, pag. 314 — 321.

Pentru a obţine randamente mai ridicate la instalaţiile termo-energetice, au fost începute în Franţa sub conducerea lui E. Mercier, încă din anul 1937 experienţe pentru combinarea într-un ciclu complex a turbinelor cu gaze cu generatoare de abur. Plecînd de la o instalaţie cu turbină cu gaze în circuit deschis folosind însă compresoare cu pistoane libere sau rotative, au fost studiate 2 scheme de combinare între o turbină cu gaze şi un generator de aburi — respectiv o turbină cu aburi, care sînt descrise în articol.

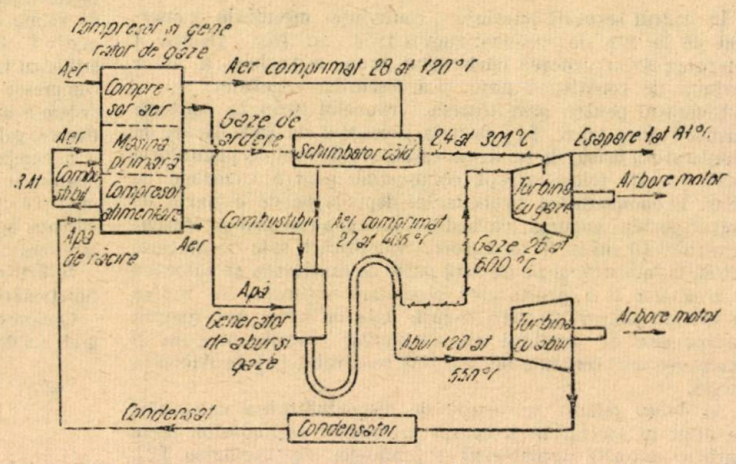


Fig. 1 Ciclu mixt de abur şi gaze după Mercier — cu utilizarea unui compresor cu pistoane rotative cu acţionare proprie.

Compresoarele folosite de Mercier au fost şi de tipul cu pistoane libere şi de tipul cu pistoane rotative avînd o mişcare de oscilaţie. În articol se descriu aceste tipuri de maşini şi se ajunge la concluzia că compresorul cu pistoane rotative propus

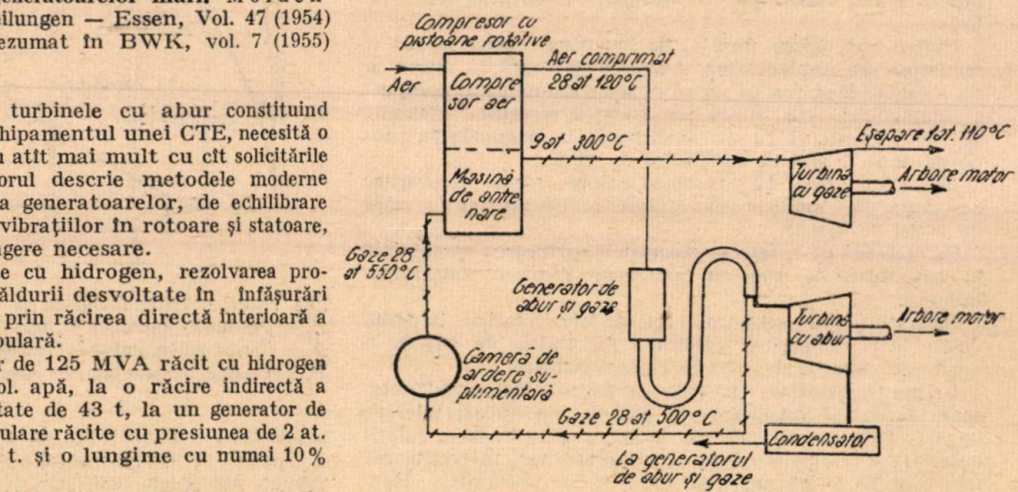


Fig. 2 Ciclu mixt de abur şi gaze după Mercier — folosind un compresor cu pistoane rotative acţionat de gaze de ardere. Gazele calde sînt produse de un generator de abur şi gaze.

de Mercier este mai simplu şi ocupă 50 % din volumul acupat de un compresor cu pistoane libere.

Prima maşină construită în acest fel are 5 camere de joasă presiune şi 5 de înaltă presiune. Ea este acţionată de gaze la 41 ata produse de un generator de abur şi gaze fierbinţi. Maşina livrează aer sub presiune de 44 ata într-o instalaţie de cca. 3 000 CP. În 1954 s-a construit o altă maşină similară cu mai puţine celule.

Calculele şi experienţa au indicat pentru schema din fig. 1 un randament termic total de 41 %. Raportul sarcinii dintre turbina cu aburi şi cea cu gaze este 3 : 2. Este de semnalat că puterea consumată de compresor este de 7 ori mai mică decît la o instalaţie normală de turbină cu gaze de acelaşi putere, şi este numai 1/3 din puterea utilă a turbinei.

La o instalaţie după fig. 2 raportul puterii turbinelor a fost 4 : 1, iar randamentul termic total de 38,8 %. Instalaţia poate funcţiona cu cărbune. Se speră ca după această schemă să se ajungă la instalaţii cu o putere de 50 MW. E 227 *c. m.*

Valorificarea lignitului într-o nouă centrală din Texas a societății Alcoa, Electrical World, Vol. 141 (1954) Caet 24, Pag. 113/16 și 257 cu rezumat în BWK, Vol. 7 (1955) Nr. 1.

În centrala Sandow din Rockdale Texas, echipată cu 3 turbogeneratoare de 80 MW se folosește drept combustibil lignit cu 35,3% umiditate, 8,2% cenușe, 28,2% volatile, extras de lîngă centrală. Cărbunele cu un debit de 1000 t/h este transportat cu o bandă de transport de 6 km direct la centrală unde este uscat prin arderea de praf de lignit. Înainte de uscare cărbunele se concasează. Cărbunele intră apoi într-o stație de cocsificare la temperatură joasă unde se produce gazificarea și unde se valorifică gudronul, ceiace permite să se obțină scăderea costului energiei la prețul energiei produse în centralele folosind gaz natural sau centralele hidroelectrice.

Arderea cărbunelui semi-cocsificat se face într-un cazan obișnuit avînd volumul focarului mult mărit.

Procesul de uscare și cocsificare a cărbunelui este controlat automat.

Centrala este construită sistem bloc, parametrii la cazan fiind 109 at și debit 364 t/h. Fiecare focar are 12 arzătoare. Cazanele sînt alimentate fiecare de trei pompe de alimentare cu 10 etaje. Avînd în vedere că centrala deservește o fabrică de aluminiu cu producție anuală de 90 000 t, de către care a fost construită, o serie întreagă de părți de instalații ca: rezervoare, camere de comandă, barele colectoare, clădirea, sînt de aluminiu. Răcirea se face cu ajutorul unui lac artificial. E 228

c.m.

Tabele cu datele termodinamice ale apei și aburului la parametrii pînă la *400* at și *750*°C. Rivkin, S. L. și Sirota, A. M., Institutul Termotehnic Unional, Teploenerghetica nr. 8 (1956) pag. 52—54

In 1952 au fost publicate tabelele cu datele termodinamice ale apei și aburului, întocmite de Institutul Termotehnic Unional pînă la presiunea de 300 ata și 600°C.

Pentru a putea face față cerințelor energeticei actuale s-au completat tabelele existente pînă la 400 at și 650°C curprinzînd valori pentru volum specific, entalpie și entropie în funcție de presiunea și temperatura aburului.

In articol sînt date tabelele precum și metodele de obținere a datelor din tabele. E 229

g. c.

Îmbunătățirea etanșeității condensatoarelor turbinelor cu abur ale instalațiilor cu parametrii aburului suprainalți și supraeritici. Berman, L. D. și Fuks, S. N., Teploenerghetica nr. 8 (1956) pag. 25—31.

In spațiul aburului în condensator cantitatea maximă de apă de răcire ce se admite a pătrunde este de 0,001—0,005 % din cantitatea de condensat a turbinei, poate fi respectată numai îmbunătățind considerabil etanșeitatea părților de îmbinare a condensatoarelor instalațiilor energetice cu parametrii suprainalți și supracritici și mărind calitatea condensatoarelor noi.

Neetanșeitățile provin fie din slaba calitate a țevilor de alamă fie din slaba îmbinare a acestora cu plăcile de capăt.

In articol sînt descrise mijloacele cu care se poate asigura o bună etanșeitate printre care se numără și vălțuirea automată a țevilor în plăcile de capăt. Se descriu aparatele de vălțuire cu schemele electrice și indicații în exploatare. In același timp se recomandă fabricilor de laminare și construcție a condensatoarelor de a asigura o mai bună calitate produselor lor în legătură cu noile cerințe ale energeticei moderne. E 230

g. c.

Perspectivele dezvoltării construcției de turbine în C.S.R. Vinţenţ, B., Teploenerghetica nr. 8 (1956) pag. 51

Turbinele cu abur proiectate și construite în Cehoslovacia au rămas mult în urmă față de dezvoltarea construcției mondiale de turbine.

In prezent cele mai mari agregate executate în C.S.R. sînt de 50 000 kW la 100 ata și 530°C.

In proiectul celui de al doilea plan cincinal se prevede construirea unei mari centrale termoelectrice cu condensație unde vor fi instalate agregate de 100 MW la parametrii 135 ata și 560°C.

Pentru cercetări se va construi o turbină de 8 MW la 380 ata și 650°C.

Pe baza experienței ce se va căpăta, în cel de al treilea plan cincinal se vor construi turbine de 100 MW la 200 ata, iar în cel de al patrulea plan cincinal se vor construi turbine cu puteri de peste 150 MW la parametrii supracritici. E 231

g. c.

Noi tipuri de cazane TKZ. Meiklear, M. V., Energhetic nr. 7 (1956) pag. 30—33.

Industria constructoare de cazane cu abur pentru centralele electrice din U.R.S.S. continuă să se dezvolte pe baza următoarelor principii: mărirea debitului cazanelor, ridicarea parametrilor aburului, reducerea prețului de cost, a termenului de livrare, a prețului de transport pe șantier, folosirea combustibililor inferiori etc.

Uzina constructoare de cazane din Tanganrog U.R.S.S. își desfășoară activitatea sa îndeplinind sarcinile trasate de cel de al VI-lea plan cincinal al dezvoltării economiei U.R.S.S.

In articol sînt descrise cîteva tipuri noi de cazane de fabricație TKZ, astfel:

— Cazanele TP-230 —B și TP—170—B care sînt rezultatul unei îmbunătățiri a construcțiilor anterioare TP—230 și TP—170;

— Cazanul TP—240—1 la parametrii aburului 185 at și 555°C care a fost dat exploatării încă din anul 1953 și —

— Cazanul TP—430 la 100 at și 540°C necesar blocurilor de 100 MW, care este în curs de fabricație. E 232

g. c.

Electroenergetica

Pentru regiunile suburbane, distribuția în *12* kV este avantajoasă față de cea în *4* kV. Baugh, C. E., Electrical World (1954) nr. 4 pag. 87—90

Autorul compară cele două tensiuni de distribuție și apreciază tensiunea de 12 kV cu circa 10—20 % mai economică în comparație cu 4,16 kV. Se enunță concluziile obținute de Pacific Gaz & Electric.

Tensiunea de 12 kV realizează pierderi mai mici și mai puțin cupru, însă economiile importante la tensiunea superioară au loc tocmai în stații, și acestea depind de mai mulți factori ca: numărul de posturi, reducerea numărului de întreruptoare și separatoare (pentru aceleași funcțiuni în manevre), costul transformatoarelor.

Pe lîngă aceasta, dificultatea din ce în ce mai mare de a obține amplasamente convenabile pentru posturi de transformare în orașe este încă un motiv pentru alegerea tensiunii de 12 kV.

Studiul de mai sus s-a făcut inițial pentru mai multe variante tip și anume:

— rețea de distribuție de 69 kV și 115 kV;

— densitatea de 2 500 și 5 000 kVA pe 2,6 km² pentru o zonă de 42 km²;

— densitate 2 500 kVA și transformatoare de 10 000 kVA la 4 kV și 42 000 kVA la 12 kV, toate după scheme tipizate. E 233

an. b.

Rentabilitatea cablurilor de *110* kV. Gelsdorf, K. și Meister, R. E. T. Z. -A (1955) nr. 8 pag. 292—295.

Cum în ultimii ani rețelele de tensiune medie pentru alimentarea orașelor (20 — 30 kV) au ajuns saturate, a apărut o tendință de a introduce în oraș cabluri de 110 kV. Acestea sînt la început artere de interconexiune, dar treptat preiau sarcina rețelelor de tensiune medie și devin căi de distribuție.

Articolul discută în cadrul acestor situații, rentabilitatea cablului de 110 kV cu ulei în comparație cu cel cu gaz sub presiune.

Se dau indicaţiile pentru efectuarea calculului de comparare a cheltuelilor anuale, de investiţii şi pierderile anuale. În primele se include şi costul armăturilor şi al instalaţiilor de supraveghere. Ultimele cuprind pierderile prin încălzire, pierderile din armături şi pierderile dielectrice. Pierderile din armături se consideră independente de tensiune.

În formulele de calcul, pentru a ţine seama de creşterea anuală a sarcinii dar şi de înmulţirea numărului de cabluri paralele, se recomandă o curbă de sarcină în trepte şi se calculează un curent fictiv care produce aceleaşi pierderi în perioada respectivă. Se lucrează în formule cu procentul 7% de creştere anuală a consumului. Se dă o formulă a secţiunii economice.

După experienţa din Hamburg, cablurile în ulei cu armături magnetice, pe teren plan şi distanţă medie 16,5 cm s-au dovedit mai puţin rentabile decît cele cu gaz în aceleaşi condiţiuni.

Cablurile cu aluminiu s-au eliminat ca neeconomice. Cu tot preţul său mai ridicat, pierderile mai mici dau întîietate cablului cu gaz sub presiune.

În schimb cablurile în ulei cu armături nemagnetice, în dispoziţie în triunghi, au pierderi mai mici şi sînt puţin superioară celor cu gaz e

Autorul subliniază că un asemenea calcul trebuie reluat de la caz la caz, ţinînd seama de preţuri şi de costul energiei.

E 234 *an. b.*

Probă de scurtcircuit cu reanclanşare rapidă pe linia de 230 kV. Mettlen-Lavorgo. Schorr, F. şi Baltensperger P., Bull. de l'Assoc. Suisse des Electr. (1955) nr. 17 pag., 762—770.

Articolul relatează o probă a dispozitivelor de R. A. R. pe o linie de 230 kV din Elveţia, executată pe viu, prin producerea unor scurtcircuite pe linie. Linia Mettlen Lavorgo este una din cele mai importante linii transalpine ale sistemului energetic şi are o lungime de 105 km pe simplu circuit. Linia este echipată cu relee de distanţă cuplate prin canal de înaltă frecvenţă şi cu întreruptor cu aer comprimat. Se indică schema sistemului energetic.

Înainte de a începe proba de scurtcircuit s-a făcut controlul comenzilor şi timpilor morţi a întreruptorilor. Apoi s-a provocat un arc între fază şi sol, la mijlocul liniei. Reţeaua are neutrul direct la pămînt. S-au înregistrat curenţii şi tensiunile la extremităţi şi la locul de defect. A urmat producerea arcului între două faze.

S-a examinat dacă arcul rezidual se stinge singur destul de repede pentru a permite o reanclanşare destul de rapidă, cerută de stabilitatea sistemului.

Pentru a verifica dacă canalul de înaltă frcvenţă este influenţat defavorabil de o linie paralelă, s-au făcut încercări de scurtcircuit şi pe linia de 150 kV Airolo-Mettlen, care pe 52 km merge pe aceiaşi stîlpi.

S-a măsurat la locul defectului repartiţia potenţialelor pe sol.

Încercările s-au făcut la sarcină redusă, pentru a nu periclita stabilitatea reţelei.

Se descrie dispozitivul cu care s-a realizat scurtcircuitul.

Durata între aprindere şi arc a fost de maximum o sutime de secundă, pentru a realiza condiţiile loviturii de trăsnet.

S-a lucrat cu un oscilograf cu bucle şi unul catodic.

Se dau principiile de funcţionare a protecţiei.

Rezultatele încercărilor sînt redate prin oscilogramele ridicate şi tolele cu datele de funcţionare ale protecţiei.

E 235 *an. b*

Construcţia camerelor de comandă ale centralelor şi staţiilor de transformare. Trecerea de la camere de comandă cu dimensiuni mari la cele cu dimensiuni reduse şi de la curenţii tari la curenţii slabi. Meiners, G., Elektrotechnik und Maschinenbau (1955) nr. 1 pag. 241—249.

Extensiunea mare a staţiilor electrice, care au ajuns la un număr de celule atît de mare încît staţia exterioară se întinde pe o lungime de sute de metri, a pus problema dimensiunilor camerii de comandă. Din imposibilitatea de a introduce numărul necesar de panouri într-o cameră de comandă normală, s-a ajuns la soluţiile de reducere a spaţiului ocupat de panouri şi pupitre.

Prima soluţie discutată este despărţirea camerii de comandă în două încăperi, aplicabilă la schemele în bloc din cazan, turbină, generator şi transformator; în apropierea sălii cazanelor şi maşinilor este o cameră de control şi comandă a blocurilor, iar alta lîngă staţia electrică, pentru controlul şi comanda distribuţiei electrice.

A doua soluţie, tratată amplu în articol, este camera cu dimensiuni mici.

Se dau schiţe ale planului de amenajare a patru tipuri de staţii:

a) cu curenţi tari şi aparate de 140/140 mm;
b) cu curenţi slabi şi aparate de 140/140 mm;
c) cu curenţi slabi şi aparate de 72/72 mm;
d) cameră în miniatură, construcţie americană.

Autorul comentează atitudinea literaturii tehnice germane, care nu acceptă camere de dimensiuni reduse, după considerentul că, în conformitate cu rolul important al camerii de comandă în centrală, trebuie să i se atribuie un spaţiu reprezentativ.

Se tratează dispoziţia circuitelor secundare la centralele cu un număr foarte mare de celule, la care cablurile de curenţi tari pentru comandă şi măsură au fost înlocuite prin cabluri de curenţi slabi. Aceasta a permis reducerea unei camere de comandă de la lăţimea de 8,5 m la 3,9 m.

La camerile de dimensiuni reduse se aplică deseori comanda şi semnalizarea prin selectarea căii de curent. Pe pupitrul electricianului de serviciu sau în apropierea lui se află o cheie de comandă comună şi aparatajul selector care leagă circuitele de comandă şi de semnalizare ale elementului de înaltă tensiune la cheia comună. În mod obişnuit se află pe pupitru un număr de blocuri de comandă corespunzător numărului de căi de curent de înaltă tensiune. Se realizează cu comenzi prin buton comun pentru separatorul sau întreruptorul unei plecări pentru toate sistemele de bare.

Există un bloc de comandă de rezervă, pentru caz de deranjament.

Se dau detalii constructive ale blocului de comandă.

Se descrie camera de comandă a unei staţii de 220 kV cu două sisteme de bare principale şi unul auxiliar şi trei sisteme de bare de 110 kV. Pe pupitru se află 40 blocuri de comandă, dispuse pe o schemă oarbă. Camera a fost redusă astfel de la 11,400/18,400 la 12,900/9,950, m.

Este descrisă şi o cameră de comandă în miniatură de tip american, de lăţime 7,2 m, cu aparatele de măsură într-o dispoziţie suprapusă pe panouri de lăţime 150 mm.

E 236 *an. b.*

Stîlpii liniei electrice de peste Saint-Gothard după 20 ani de serviciu. Dreier, M., Bull., A. S. E. 47 (1956) nr. 12 pag. 537—541.

Linia 150/225/380 kV care trece peste masivul Gothard a fost construită pe stîlpi metalici cu simplu circuit cu dispoziţie orizontală a conductorilor, în anul 1932.

La sfîrşitul anului trecut această linie a fost trecută de la tensiunea de 150 kV la cea de 225 kV schimbîndu-i-se în anul 1953 conductorii de cupru de 230 mm cu conductori de Aldrey de 550 mm. Se indică cercetările făcute asupra stîlpilor cu această ocazie, pentru a se deduce comportarea acestora după 20 ani de exploatare.

S-au constatat la orizontalele destinate să împiedice flambajul montanţilor, săgeţi pînă la 11 cm provocate de sarcini de ghiaţă şi zăpadă apreciate la circa 500 kg (forţă concentrată la mijloc) sau 200 kg/m (forţă repartizată uniform).

La îmbinări la care s-au folosit numai eclise exterioare a avut loc o deplasare a marginilor montanţilor datorită transmiterii neaxiale a eforturilor.

Efecte de încovoiere a barelor orizontale din apropierea solului au apărut şi la stîlpii cu picioare denivelate unde se utiliza un cadran orizontal la nivelul picioarelor superioare.

Autorul indică măsurile luate pentru remedierea defectelor şi care constau din cable de tensiune care menţin mijlocul orizontalei, contrafise suplimentare care rigidizează cadrele orizontale, eclise interioare care permit transmiterea axială a efortului.

Proiectarea stîlpilor pentru zone muntoase cere să se acorde o atenţie deosebită căci în astfel de zone stîlpii ajung să fie solicitaţi la eforturile condensate în calcul şi chiar la eforturi mai mari. În astfel de zone s-au dovedit foarte avantajoşi stîlpii din ţeavă umplută cu beton (linia 225/380 kV ce trece Alpii la Lucmanier).

Se conchide că dimensionarea stîlpilor impune să se ţină seama de o serie de factori locali care influenţează securitatea liniei şi care nu pot fi luate în seamă printr-o mărire a coeficientului de siguranţă — care este deja prea mare. E 237

a. r

Repartiţia sarcinilor între grupurile supuse unui reglaj putere — frecvenţă, Cuenod, M. şi Schar, F. Bull. ASE vol. 46 (1955) pag. 1019—1025.

Studiul dezvoltă problema reglajului repartiţiei sacinilor între grupurile generatoare care deservesc o reţea electrică şi care participă simultan la reglajul frecvenţă — putere al acestei reţele.

Principalele categorii în care pot să fie clasate organele de reglaj după caracteristicile lor dinamice sînt dispozitivul de reglaj cu acţiune proporţională, dispozitivul de reglaj integrator şi dispozitivul de reglaj diferenţial. Autorii reamintesc reglajul reţelei, reglaj primar, reglaj secundar, reglaj fază—energie, ei descriu diferite feluri de repartiţii a sarcinii între grupurile de reglaj : repartiţia prin maşina pilot, reparaţia prin echilibraj, repartiţia prin aerisire directă şi repartiţia prin unghi de fază. În exemplul dat se arată că modul de reglaj cel mai raţional în situaţia actuală este acela care prevede o repartiţie a sarcinii între grupuri după reglajul prin aerisire directă. E 238

n.p.

Freevenţele proprii ale reţelelor Böcker, H. ETZ vol. 76 (1955) pag. 792—795.

Determinarea frecvenţelor proprii ale reţelelor este necesară pentru studiul întreruptorilor de foarte mare putere de rupere. Caracteristicile esenţiale ale fenomenelor oscilatorii de frecvenţă proprie şi de tensiune de reamorsare pot să fie obţinute efectuîndu-se încercări de scurtcircuit pe reţele. Totuşi, pentru a se evita riscurile pe care le comportă astfel de încercări se preferă a se efectua măsurători pe modele de reţele.

Pentru a se obţine o precizie satisfăcătoare faţă de reţeaua reală este nevoie să se folosească un analizor special stabilit din punct de vedere al fenomenelor oscilatorii de studiat. Înainte de a se trage concluziile finale asupra încercărilor efectuate pe modele asupra puterilor de rupere este necesar să se compare rezultatele cu încercări efectuate chiar pe reţeaua reală. E 239

n.p.

Reţele de înaltă tensiune instalate în ultimii 10 ani în Austria Königshofer, E., Ö.Z.E. Vol. 9 (1956) nr. 2 pag. 42—46.

Premizele extinderii reţelelor de înaltă tensiune, ţinînd seama de situaţia energetică de ansamblu a Austriei postbelice, au fost create prin legea din 26 /3/1947 asupra etatizării economiei electroenergetice din Austria. Legea obligă întreprinderile Landurilor (regiunilor), care compun statul federal austriac, să-şi interconecteze sistemele. Prin aceeaşi lege a fost înfiinţată o întreprindere în proprietatea statului, avînd obiectul de a prelua, construi şi exploata reţelele interconectate pentru a asigura în toată ţara compensarea între producţie şi consum.

Articolul enumeră liniile de 220 şi 110 kV construite în cei 10 ani trecuţi după terminarea războiului, arătînd situaţia reţelelor existente în 1945 şi 1955 în două schiţe de hartă sugestive.

La construcţia liniilor au fost elaborate noi prescripţii austriace, care s-au dovedit economice şi mai avansate decît prescripţiile VDE, în special la construcţia stîlpilor metalici pentru liniile din regiunile alpine, unde au fost realizate performanţe deosebite. E 240

v.b.

Trecerea liniilor de transport 35—400 kV la tensiuni superioare Serenţis, A. N., Electriceskie Stanţii vol. 27 (1956) nr. 7 pag. 31—41.

Mărirea capacităţii de transport a liniilor existente prin trecerea lor la tensiuni superioare s-a dovedit unul din mijloacele economice care a găsit o largă răspîndire în practica mondială.

Autorul arată că în numeroase ţări această măsură a fost foarte mult aplicată. Astfel în Franţa s-au trecut liniile de 110 kV la 150 kV, iar cele de 150 kV s-au trecut la 220 kV ; în China s-a făcut trecerea liniilor de 150 kV la 220 kV, în Germania s-au trecut liniile de 220 kV la 380 kV etc. Comportarea în exploatare a acestor linii s-a dovedit corespunzătoare.

Capacitatea de transport a acestor linii este determinată de densitatea economică şi de considerentele stabilităţii generatorilor care lucrează în paralel. Pentru majoritatea liniilor de 110—150 kV stabilitatea nu este factorul care limitează capacitatea de transport.

Prin trecerea liniilor de 35 kV la 60 kV capacitatea de transport se măreşte de la 1,3—8,2 MW pînă la 2,3—14 MW ; iar prin trecerea liniilor de 110 kV la 150 kV capacitatea de transport se măreşte de la 20,6—41,2 MW pînă la 28—56 MW. În articol se dă un tabel cu tipurile de linii care au fost trecute la tensiuni superioare.

În ceea ce priveşte pierderile prin efect corona pentru diferite tensiuni se recomandă pentru conductorii reţelelor de 110 kV un diametru minim de 10,6 mm, iar la tensiunea de 154 kV un diametru minim de 14 mm.

Nivelul izolaţiei se determină pentru liniile de 35 şi 60 kV de tensiunea de şoc, fapt care conduce la folosirea a 2 izolatori pentru liniile de 35 kV cu stîlpi de lemn şi 3 izolatori pentru liniile de 35 kV cu stîlpi de metal. Prin trecerea liniilor de 35 kV la 60 kV numărul izolatorilor creşte pentru liniile cu stîlpi de lemn de la 2 la 4, iar pentru liniile cu stîlpi metalici de la 3 la 5.

Spre deosebire de liniile de 35—60 kV nivelul izolaţiei la liniile 110—400 kV se determină în funcţie de valoarea tensiunilor de comutaţie, care în urma măsurătorilor şi calculelor făcute în U.R.S.S. şi străinătate se ia 3,1 ÷ 3,3 U.

Pe baza datelor statistice care se prezintă în articol autorul ajunge la concluzia că pentru liniile 110—220 kV, trecute la tensiuni superioare este necesar o întărire a izolaţiei cu 1—2 elemente, ceea ce ar mări siguranţa în exploatare.

Rezultatul calculelor făcute au arătat că distanţa între faze, rămîne mai mare decît distanţa cerută din considerente de coordonare a izolaţiei şi în consecinţă pentru liniile care trec la tensiuni superioare 35—400 kV, nu apare indicată mărirea distanţei între faze sau schimbarea conductorilor.

Trecerea liniilor la tensiuni superioare ridică anumite probleme legate de staţiile de transformare. Autorul recomandă menţinerea staţiilor existente prin folosirea autotransformatorilor, cu excepţia liniilor de 60 kV pentru care indică rebobinarea transformatorilor de 35 kV.

În concluzia articolului se arată că trecerea liniilor la tensiuni superioare se face pe baza folosirii rezervelor existente în dimensionarea lor.

Pentru viitor se recomandă ca în proiectare să se ţină seama de posibilitatea trecerii la tensiuni superioare, fapt care influenţează foarte puţin costul liniei. E 241

n.v.

Experienţe cu izolatori pentru linii aeriene supuşi depunerilor. Rosnati, R., Energia Elettrica, 32 (1955) nr. 2; pag. 164—167.

După cum se ştie depunerile de reziduri industriale pe izolatorii de înaltă tensiune, produc în special în anotimpurile ploioase (primăvara şi toamna) defecte grave care se soldează cu întreruperi lungi a liniilor de transport. În special, întreprinderile chimice degajă în atmosferă pulberi, vapori sau dispersii care cuprind o gamă de produse cum ar fi sodă caustică, clor, sulfură de carbon, acid sulfuric etc., care se depozitează pe izolatori sub forma de pulberi saline.

Autorul arată rezultatele încercărilor făcute în laborator asupra a 8 tipuri de izolatori, dintre care 2 de tip capă 1 de tip tijă, 1 de tip motor şi 3 de tip special.

Pentru murdărirea artificială a izolatorilor s-a procedat prin compararea cu un lanţ scos de pe una din liniile din Valea d'Ossola regiune supusă unei murdării intense. S-a ales un lanţ identic dar curat şi s-a supus murdăririi artificiale progresive pînă ce caracteristicile electrice, adică tensiunea de efluvii şi de conturnare şi curentul de pierderi erau de acelaşi ordin de mărime pentru ambele lanţuri de izolatori.

Pentru a avea o oarecare acoperire faţă de condiţiile reale s-a continuat murdărirea cu încă circa 20 %.

S-au obţinut astfel lanţuri de izolatori ce au fost utilizaţi pe o linie experimentală pentru a se determina care lanţ prezintă caracteristicile electrice cele mai favorabile.

Din experienţe în care s-au determinat tensiunea de efluvii şi de conturnare şi curentul de pierderi la tensiunea de 30 kV, a reeşit superioritatea a două tipuri de izolatori speciali. S-a constatat că izolatorii trataţi cu siliconi se comportă mai bine.

Urmează ca rezultatele obţinute în laborator să fie verificate în funcţionarea pe liniile existente. E 242

a.r.

Ultimile construcţii de stîlpi pentru linii aeriene Meyer, H ETZ-A 77 (1956) nr. 8 pag. 225—233

Stîlpii care alcătuiesc osatura unei linii aeriene au o mare pondere în costul liniei şi prezintă o mare importanţă în siguranţa de exploatare. Acest fapt este cu atît mai accentuat cu cît liniile moderne de foarte înaltă tensiune transportă puteri foarte mari şi întreruperea lor aduce pagube considerabile economiei naţionale.

Autorul arată influenţa tensiunei de exploatare şi a secţiunei şi tipului conductorului asupra construcţiei stîlpului. Sînt prezentate machetele stîlpilor pentru liniile actuale de foarte înaltă tensiune clasificîndu-se stîlpii în trei categorii : stîlpi monobloc cu evazare mică, stîlpi monobloc cu evazare mare (de tip Y), stîlpi portali. Se arată deasemenea dispoziţiile cele mai uzuale pentru conductori şi anume : dispoziţia în trei planuri (cu 3 console), în două planuri (cu 2 console) şi într-un plan (dispoziţie orizontală). Pentru tipul de stîlp cu trei console cu dublu circuit sînt prezentate dispoziţiile conductorilor activi în formă de brad, butoi şi dispozitiv în acelaş plan vertical.

Se tratează în continuare problemele legate de conductorul de protecţie şi de numărul de circuite ale liniei, în legătura cu echiparea liniei cu un stîlp cu dublu circuit sau prevederea a două linii cu simplu circuit.

Se arată tipurile de construcţie de conductori activi simpli şi jumelaţi şi de conductori de protecţie.

Se indică întrebuinţarea ca element a lanţului de izolatori, a izolatorilor capă, precum şi a izolatorilor motor (cu inimă plină) şi introducerea în ultimul timp pe scară tot mai largă a izolatorilor de tip tijă.

În continuare sînt tratate problemele de material pentru stîlpii metalici arătîndu-se utilizarea curentă a oţelului 0137 şi în cazuri speciale a 0152.

Sînt prezentate progresele realizate în proectarea şi încercarea fundaţiilor cît şi tipurile utilizate, adică fundaţia metalică de tip talpă, fundaţiile de beton şi fundaţiile prefabricate.

În ultima parte a articolului sînt prezentate ultimele tipuri speciale de stîlpi : stîlpi zăbreliţi din beton armat, stîlpi din tablă de oţel umplută cu beton, stîlpi din ţevi de aluminiu.

Se prezintă de asemenea cele mai mari traversări pînă în prezent şi anume :

— În Canada traversarea unei linii de 170 kV peste Kootenay-See avînd o deschidere de 3,2 km şi utilizînd stîlpi de 24 m şi 124 t.

— În Sicilia traversarea unei linii de 220 kV cu dublu circuit peste strîmtoarea Mesinei avînd deschiderea de 3,7 km şi utilizînd stîlpi de 224 m şi 450 t.

— În Norvegia traversarea unei linii de 60 kV peste Sognefjorde avînd deschiderea de 4,9 km şi utilizînd stîlpi de 9 m din beton separat pentru fiecare fază. E 243

a.r.

Hidroenergetica

Energie din mare. Wasser und Energiewirtschaft an 48 (1956) nr. 2 pag. 45 — 46.

O sursă nouă încă necunoscută şi nefolosită de energie care ar putea fi utilizată se află în toate locurile în care se varsă fluvii în mare, unde apa dulce a fluviului se amestecă cu apa sărată a mării. Apa sărată are faţă de apa dulce o presiune osmotică, în cazul apei de mare de circa 20 atmosfere. Aceasta înseamnă că peste tot unde apa dulce se varsă în apa sărată cu concentraţia apei de mare, rămîne nefolosită aceeaşi energie care ar exista dacă cantitatea de apă ar cădea de la 200 m. După indicaţiile revistei „Neuheiten und Erfindungen" (noutăţi şi invenţii), Gümlingen-Bern, englezul R. E. Pattle ar fi reuşit să dovedească posibilitatea folosirii acestei energii. El a construit o aşa numită „coloană hidroelectrică" compusă din circa 100 celule de 1 mm grosime, alcătuite din membrane cu anumite proprietăţi chimice, prin care trece alternativ apă dulce şi sărată. La cele două capete ale coloanei, care are o secţiune de numai 8 cm se obţine o tensiune de 3 V şi coloana livrează o energie continuă de 15 miliwatt. Rămîne să se cerceteze posibilitatea extinderii acestei transformări de energie pe scară industrială. E 244 *v.b*

La centrala hidroelectrică Kuibîşev a fost dat în exploatare cel de al patrulea agregat. Stroitelnaia Gazeta Nr. 92 (1956).

În ziua de 1 august, după o serie de probe şi lucrări de ajustare şi pornire la centrala hidroelectrică Kuibîşev a fost pus în funcţiune cel de al patrulea agregat cu putere de 105 MW. Agregatul a fost conectat la linia de înaltă tensiune Jigulevsk-Moscova.

În prezent muncitorii şi specialiştii de pe şantier depun eforturi susţinute pentru punerea în funcţiune a celui de al cinilea agregat. E 245 j.t.

Amenajarea hidroelectrică a văii superioare a Rinului Hürzeler, H. Wasser — und Energiewirtschaft an 48 (1956 nr. 4 pag. 72 — 86, 21 fig. reprodus în extras şi în S. B. Z. an 74 (1956) nr. 23 pag. 250—253.

Analiza planurilor de amenajare integrală hidroelectrică a văilor de obîrşie a Rinului dă indicaţii interesante asupra situaţiei energetice de amănunt a Elveţiei. La cele 11 centrale noi luate în considerare în sectorul respectiv cu o putere instalată de 588 MW şi o producţie prezumată anuală medie de energie de aproape 2 TWh, aflate în diferite faze, de studii, de proiectare sau de execuţie, trebuie acceptate condiţii locale din ce în ce mai desavantajoase. Unele din cele 7 baraje acumulează numai 80 m^3 apă la m^3 de beton din baraj. Pentru utilizarea unor căderi brute de 1 300 m se construiesc 28 şi chiar 56 km de tunele de aducţiune. Costurile de investiţii pentru ansamblul lucrărilor se ridică la 1 miliard fr. elv. (la paritate în lei $1{,}4 \times 10^9$). Raportat la producţia de energie anuală medie prezumată, revine o investiţie de 0,50 fr. elv./kWh (la paritate în lei 0,70/kWh) şi apreciindu-se costurile de producţie anuale la 6,5 % din costurile de investiţie, revine energia în medie la 3,25 cenţi elv/kWh (la paritate 0,0508 L/kWh). Faţă de raportul valoric între energia de vară şi de iarnă, considerat a fi 1 :2, costurile de producţie prezumate variază pentru energia de vară şi de iarnă între 2,1 respectiv 4,2 şi 2,0 respectiv 4,0 cenţi elv/kWh (la paritate 0,0294 respectiv 0,0588 şi 0,028 respectiv 0,056 L/kWh). Însăşi aceste diferenţieri detaliate ale unor previziuni de costuri constituie un indiciu asupra situaţiei strînse energetice în care se găseşte Elveţia. Articolul este însoţit de fotografii ale văilor în care sînt prevăzute barajele, o hartă şi diferite profile geologice, etc. E 246 *v.b.*

Acumularea de energie prin pompaj Gerber, H. SBZ an 74 (1956) nr. 9 pag. 125 — 129 şi nr. 10 pag. 139 — 144,

În conferinţa ţinută în cadrul cursului de perfecţionare a foştilor absolvenţi ai şcolii politehnice a confederaţiei elveţiene din Zürich, cu ocazia împlinirii a 100 ani de la

înființarea acesteia, prof. Gerber a făcut o amplă expunere asupra situației actuale și tendințelor în tehnica acumulării de energie în general, a celei hidraulice prin pompaj în special, trecînd în revistă tipurile de pompe și turbopompe utilizate, precum și instalațiile lor anexe. Evoluția în timp a performanțelor tehnice în ce privește înălțimea și capacitatea de refulare a pompelor și puterea motoarelor de acționare este arătată în diagrame, remarcîndu-se următoarele date : puterea instalată în pompe pentru instalații de acumulare de energie hidraulică este comparabilă acum cu aceea a unor turbine hidraulice (sînt în funcțiune pompe de acumulare de 48 000 kW la centrala Limberg-Kaprun, se află în construcție o instalație de 62 000 kW la lacul Hiwas SUA), înălțimea de refulare a treptei principale la pompe moderne depășește 200 m la o capacitate de absorbție de pînă la 6 m /s. Tot așa de remarcabile sînt datele privind randamentul global al instalațiilor și anume : din energia consumată de instalația de pompe, acceptată a fi = 100 rezultă următoarele pierderi datorită randamentelor (în %) la exploatarea stației de pompaj :

transformator	98	98
motor	96	94,1
pompă	86	80,9
conductă	99	80,1

la exploatarea turbinei :

conducte	97	77,6
turbine	89	69,2
generator	96,5	66,7
transformator	98	65,4

Ținînd seama de raportul valoric existent între energie ieftină de surplus consumată, și energia scumpă recuperată, trebuie reținut ca foarte avantajos factorul de 0,65 pentru recuperarea de energie.

Din ultimile considerente ale autorului rezultă temerea că SUA ar putea să preia întîietatea în domeniul construirii instalațiilor de pompaj pentru acumulare de energie hidraulică, în care Elveția preluase conducerea după începuturile făcute în acest domeniu în Germania. Principalii constructori de echipament de pompaj : Voith (Germania și Austria) Sulzer și Escher Wyss (Elveția) și Allis Chalmers (SUA). E 247

v. b.

Lista rapoartelor prezentate la a V-a Conferință mondială a Energiei, Viena 1956

Indicativele fiecărui raport au următorul sens : prima cifră este numărătoarea curentă a rapoartelor în ordinea prezentării lor la Comitetul Național Austriac ; litera indică secția în care au fost dezbătute, iar ultima cifră reprezintă numărul curent în cadrul secției. Lista conține rapoartele prezentate pînă la 10.4. 1956. Toate rapoartele prezentate cît și rapoartele generale ale secțiilor pot fi consultate la biblioteca ASIT, Calea Victoriei 118.

GRUPA I. SITUAȚIA ȘI DEZVOLTAREA ECONOMIEI ENERGETICE ÎN DIFERITE ȚĂRI

Secția A. *Dezvoltarea economiilor energetice naționale* Raportor general : *L. Bauer*, în colaborare cu *Ig. Breitenstein*, *J. Gerstbach*, *V. Graber* și *G. Winter*.

(3 A/1) *E. Denk*, *F. Exner*, *C. Hochstetter* și *V. Porschmann* Resursele de energie ale Austriei și utilizarea lor în anii 1950 — 1954.

(17 A/2) Comitetul național irlandez : Resursele de energie ale Irlandei și dezvoltarea producției de energie pînă în 1955 (Irlanda).

(24 A/3) Comitetul algerian : Resursele de energie și dezvoltarea producției de energie în Algeria.

(29 A/4) *E. Blomquist* și *F. Petri* : Resursele de combustibil ale Suediei și utilizarea lor pentru producerea de energie.

(32 A/5) *T. Fujii* : Situația și dezvoltarea producției de energie electrică în Japonia.

(34 A/6) *I. Iatagai* și *S. Fujita* : Situația cărbunilor și a ligniților în Japonia.

(38 A/7) *K. Aki* : Resursele japoneze de energie în prezent și viitor.

(41 A/8) Comitetul național australian : Situația actuală a producției și utilizării energiei în Australia și dezvoltarea acestora din 1950 încoace.

(46 A/9) *T. F. Suer* : Progrese recente (după 1950) realizate în amenajarea resurselor hidro și termoenergetice pentru producția de energie electrică în Turcia.

(49 A/10) *S. A. Hasan* : Resurse de energie și dezvoltarea producției de energie în Pakistan.

(51 A/11) *B. Nordqvist* : Producția și utilizarea de energie în Finlanda. Dezvoltarea din 1950 înainte și perspectivele de viitor.

(56 A/12) *F. Petri* și *E. Blomqvist* : Resursele de energie ale Suediei și dezvoltarea producției de energie din 1950.

(59 A/13) Minist. Combustibilului și Energiei, Divizia șefului științific (M. Britanie) : Resursele de energie ale Regatului Unit și tendințele utilizării lor.

(63 A/14) *R. L. Brown* : Resursele de energie ale S. U. A.

(64 A/15) *F. L. Weaver* și *G. G. Adkins* : Dezvoltarea energiei hidroelectrice în S. U. A.

(73 A/16) *F. Lusser* și *M. Oesterhaus* : Situația și dezvoltarea economiei energetice în Elveția.

(110 A/17) Comitetul național norvegian : Resurse de energie și dezvoltarea economiei energetice în Norvegia

(125 A/18) Comitetul național israelian : Resurse de energie și dezvoltarea producției de energie în Israel

(140 A/19) *L. P. Jarrier* : Resursele de energie ale Saarului și dezvoltarea lor

(147 A/20) *M. K. Laganas* : Economia energetică a Greciei

(149 A/21) Comitetul național uruguaian : Limitele certe și probabile ale resurselor de energie ale Republicii Uruguai

(155 A/22) *F. I. Goncalves* : Utilizarea resurselor naționale de energie pentru producția de energie electrică. Situația actuală. Perspective de dezvoltare. Randamentele maxime prin coordonare. (Portugalia)

(157 A/23) *L.F. de Anda*: Statul şi dezvoltarea producţiei şi utilizării de energie (Mexic)

158 A/24) *L. F. de Anda*: Resurse potenţiale de cărbuni minerali pentru producţie viitoare în Mexic

(159 A/25) *L. F. de Anda*: Resurse potenţiale de petrol pentru producţia viitoare în Mexic

(160 A/26) *L.F. de Anda*: Utilizarea şi resursele potenţiale de gaze naturale în Mexic

(161 A/27) *L. F. de Anda*: Resurse hidraulice de energie în Mexic

(163 A/28) Comitetul naţional Islandez: Resurse şi producţia de energie în Islanda

(168 A/29) *O. F. Thompson*: Petrolul ca factor în viitoarea producţie de energie în Anglia

(178 A/30) Guvernul Indiei, comisia centrală hidraulică şi de energie: Resursele de energie ale Indiei

(181 A/31) Departamentul afacerilor de nord, Secţia resurselor hidraulice şi Oficiul de cărbuni al Dominionului Canada: Progrese în dezvoltarea resurselor de energie ale Canadei

(183 A/32) *G. Milicevic*: Dezvoltarea de pînă acum şi posibilităţile de viitor ale economiei energetice în Jugo-Slavia

(186 A/33) *H. H. Bischoff, E. Melchinger, Fr. Sardemann şi G. Scherzer*: Situaţie şi dezvoltarea economiei energetice în RFG

(262 A/34) *R. van Mele*: Previziuni ale necesarului de energie primară în Belgia

(199 A/35) *P. T. Cox*: Orientul mijlociu în schema aprovizionării cu petrol a Angliei

(204 A/36) *M. S. Tacker*: Scurtă expunere a dezvoltării energetice a Indiei

(215 A/37) *P. Salmon*: Evoluţia economiei energetice franceze din 1950 încoace

(223 A/38) *M. S. Tacker*: Dezvoltarea energetică a Indiei. Cîteva probleme

(260 A/39) *F. Roma*: Realizări italiene în domeniul tratării şi utilizării unor combustibili în Italia din 1950 încoace

(263 A/40) *L. Greco*: Situaţia şi dezvoltarea economiei energetice în Italia din 1950

(265 A/41) *R. Saez*: Resurse de energie şi dezvoltarea energetică în Chile

(266 A/42) *H. Melzer*: Electrificarea în Brazilia: Prezentul şi viitorul, după prevederile planului naţional de electrificare.

Secţia B. Metode statistice în economia energetică

Raportor general: *L. Schmetterer*

(39 B/1) *A. Lenhart şi F. Sitte*: Probleme metodologice ale statisticei energiei hidraulice, exemplificate la cadastrul hidroenergetic austriac

(45 B/2) *V. Felber*: Curbe de scurgere şi sisteme de curbe de scurgere în hidraulica rîurilor

(47 B/3) *A. J. Dilloway*: Aprecierea potenţialului hidroelectric în regiuni supuse unei dezvoltări economice rapide (Turcia)

(52 B/4) *K. Hjelt*: O investigaţie făcută în Finlanda în vederea aprecierii consumului şi producţiei de energie

(55 B/5) *S. Lalander şi M. Bärlund*: Statistica energiei şi previziunea sarcinei în Suedia

(72 B/6) *E. Velander*: Teoria experimentală pentru prevederea pe termen lung a energiei (Suedia)

(67 B/7) *E. Riter*: Determinarea resurselor de energie hidroelectrică a bazinului unui rîu (S.U.A.)

(96 B/8) *P. Gardent şi J. Lesourne*: Metode utilizate pentru a prevedea evoluţia consumului de cărbune (Franţa)

(132 B/9) *G. H. Daniel*: Statistica mondială a energiei (Anglia)

(138 B/10) *B. Guyol*: Probleme curente în întocmirea unor statistici mondiale de energie (ONU)

(152 B/11) *B. Witwinski*: Probleme de economie planificată de energie în Polonia

(153 B/12) *W. Ney*: Planificarea dezvoltării sistemelor energetice în Polonia

(165 B/13) *V. M. Yevdjevic*: Cîteva metode statistice pentru determinarea resurselor hidroenergetice (Jugoslavia)

(212 B/14) *G. Robert şi Y. Mainguy*: Studiile statistice în industria de gaze franceză

(258 B/15) *O. Herbatschek*: Statistica sarcinilor consumatorilor casnici de energie (Austria)

(261 B/16) *T. L. Zolotarew*: Metode pentru stabilirea rezervelor hidroenergetice în U.R.S.S.

GRUPA II. INOBILAREA COMBUSTIBILILOR

Secţia C. Prepararea combustibililor solizi

Raportor general: *S. Bierbraumer*

(18 C/1) *M. Kurokawa şi T. Kuroda*: Tehnica amestecului de cărbune în industria Japoneză de cocs (Japonia)

(19 C/2) *M. Kurokawa*: Progresele tratării cărbunelui în Japonia (Japonia)

(30 C/3) *M. N. Serdaroglu*: Tipuri şi principii de clasificare a cărbunilor turceşti (Turcia)

(57 C/4) *G.A.W. van Doornum, P. J. van der Walt şi A. J. Petrick*. Unele aspecte economice ale producţiei şi utilizării cărbunilor în Uniunea Sud-Africană (Un. Sud-Africană)

(89 C/5) *W. Reerink, W. Gumz, K. Lemke şi K. G. Beck*: Noua dezvoltare în domeniul înobilării şi utilizării huilei (R.F.G.)

(90 C/6) *D. A. Wimmelmann, K. Ebert şi G. Rauer*: Situaţia şi dezvoltarea minelor de huilă în R.F.G. (R.F.G.).

(104 C/7) *J. Friedberger*: Utilizarea lignitului în Franţa (Franţa)

(116 C/8) *R. L. Brown şi T. F. Hurley*: Experienţe cu pulverizarea cărbunelui (Anglia)

(117 C/9) *W. I. Jones*: Cercetări recente şi dezvoltarea tratării termice a cărbunelui în Marea Britanie (Anglia)

(136 C/10) *F. R. Spetel*: Spălarea lignitului (Cehoslovacia)

(184 C/11) *B. Popovic*: Procedee industriale pentru afinarea ligniţilor (Jugoslavia)

(189 C/12) *F. Hellberg*: Situaţia şi dezvoltarea minelor de lignit în Germania (R.F.G.)

Secţia D. Lichefierea combustibililor.

PREPARAREA COMBUSTIBILILOR LICHIZI

Raportor general: H. Pöll

(33 D/1) *S. Hayashi*: Progrese recente în rafinarea petrolului în Japonia (Japonia)

(88 D/2) *J. von Lassberg*: Inobilarea leşiei sulfitice pentru combustiune (R.F.G.)

(127 D/3) *D.A.C. Dewdney*: Tendinţe recente în tehnica rafinării petrolului (Anglia)

(137 D/4) *S. Landa*: Hidrarea la disulfitul de wolfram (Cehoslovacia)

(174 D/5) *I. D. Reeves*: Prepararea şi tratarea combustibilor lichizi (U.S.A.)

(207 D/6) *D. v. Eynatten*: Situaţia prelucrării petrolului în R.F.G. (R.F.G.)

(220 D/7) *J. Varga*: Hidrarea petrolurilor şi gudroanelor cu conţinut mare de asfalt la presiune medie (Ungaria)

(221 D/8) *M. Freund şi A. Vamos*: Petrolul de Nagy-Lengyel ca bază pentru combustibil de încălzire şi carburant pentru motoare (Ungaria)

(273 D/9) *P. Laurent*: Interdependenţa dintre producţia de carburanţi şi producţia de combustibililichizi (Franţa)

Secţia E. Gazeificarea combustibililor

PREPARAREA COMBUSTIBILILOR GAZOŞI

Raportor general: *A. F. Orlicek*

(2 E/1) *F. Weinrotter*: Gazeificarea păcurei în gaze de sinteză (Austria)

(4 E/2) *F. Schüssl*: Instalaţii moderne pentru gazeificarea integrală a cărbunelui (Austria)

(7 E/3) *A. Vacek*: Progrese realizate în producţia de gaze din ligniţii din Stiria (Austria)

(20 E/4) *A. Shimomura*: Privire de ansamblu asupra industriei de gaze Japonia (Japonia)

(42 E/5) *R. S. Andrews*: Gazeificarea sub presiunea a cărbunilor bruni pentru producţia de gaze a oraşului Victoria (Australia)

(66 E/6) *G. Oberfell* și *T. W. Legatski*: Gaze naturale ca o sursă de energie în Statele Unite (S.U.A.)

(76 E/7) *W. Fritz*: Gazeificarea păcurei de Koppers-Totzek (Germania)

(77 E/8) *F. Schuster*: Importanța transformărilor chimice a combustibililor gazoși pentru economia alimentării cu gaze pe baza diferitelor feluri de gaze primare (Germania)

(84 E/9) *L. von Szeszich*: Utilizarea gazelor în exploatări de sinteză pentru producția concomitentă a gazelor de sinteză și de energie prin arderea parțială a metanului cu oxigen (Germania)

(85 E/10) *H. Kölbel* și *F. Engelhardt*: Inobilarea gazelor de furnal prin sinteză organică (Germania)

(86 E/11) *V. Gollmer* și *O. Grosskinsky*: Tratarea gazelor de cocsificare sub presiunea rețelei de gaze la distanță a regiunii Ruhr (R.F.G.)

(87 E/12) *E. Wicke, K. Hedden* și *M. Rossberg*: Contribuția cercetărilor reacțiilor cinetice la tehnica gazeificării și arderii (R.F.G.)

(102 E/13) *A. H. Jensen*: O instalație de înobilare a gazelor pentru gaze de petrol cracate (Danemarca)

(103 E/14) *J. E. Davis*: Produse de petrol ca materie primă în producția de gaze pentru oraș în Marea Britanie (Anglia)

(112 E/15) *A. Fono*: Imbogățirea unui gaz natural cu mare presiune, compus din gaz metan și bioxid de carbon, într-o instalație fără compresor (Ungaria)

(126 E/16) *J. Burns*: Carbonizarea cărbunelui în retorte verticale continue (Marea Britanie)

(185 E/17) *K. W. Schneider*: Gazeificarea produselor de uleiuri minerale (Situația și dezvoltarea în R.F.G.)

(126 E/18) *G. W. Lee* și *J. P. Graham*: Tendințe în tehnologia și cercetările carbonizării în Marea Britanie, cu referire specială la instalațiile de cocsificare (Anglia)

(166 E/19) *B. Roga*: Dezvoltarea chimiei cărbunelui și a înobilării chimice a cărbunelui în Polonia.

(166 E/20) *F. J. Dent*: Progrese în gazeificarea combustibililor solizi în Marea Britanie (Anglia)

(225 E/21) *A. Bolzinger* și *R. Delsol*: Gazele de pentrol și industria de gaze franceză (Franța)

(232 E/22) *R. Cheradame* și *R. Loison*: Dezvoltarea gazeificării cărbunilor în Franța (Franța)

(249 E/23) *R. Morizot*: Reducerea costurilor de producție în siderurgie, prin utilizarea integrală a combustibililor (Franța)

(251 E/24) *W. W. Pomeranzev, K. D. Strkina, A. A. Liverovski* și *Ju. N. Korciunov*: Rezultatele unei utilizări combinate a deșeurilor de lemn pentru producerea de energie și valorificarea chimică (U.R.S.S.)

Secția F. Probleme economice și tehnice ale alimentării cu gaze la distanță

Raportor general: *A. F. Orlicek* și *J. Schwimann*

(43 F/1) *G. L. Barrov*: Construcția unei conducte de gaze de mare presiune din cărbuni bruni în Victoria (Australia)

(71 F/2) *J. J. Hedrick*: Premize economice pentru construirea și exploatarea unui sistem de alimentare cu gaze la mare distanță (S.U.A.)

(83 F/3) *W. Wunsch*: Rezultate și tendințe de dezvoltare în exploatarea rețelelor de gaze regionale (Germania)

(95 F/4) *A. Epsztein*: Baza economică pentru transportul la mare distanță. Producția și utilizarea gazelor în Polonia

(98 F/5) *G. Combet* și *P. Courtet*: Transporturile de gaze în Franța

(146 F/6) *R. Girotti*: Sistemul italian de transport de gaze naturale la mare distanță (Italia)

(151 F/7) *E. M. Edwards* și *W. T. Hird*: Transportul de gaze la mare distanță, considerații economice și tehnice (Anglia)

(200 F/8) *J. Fouchier*: Dezvoltarea resurselor de gaze naturale în sudvestul Franței și repercursiunile sale economice (Franța)

(214 F/9) *A. Amsler*: Specificațiile tehnice adoptate în contractele de cumpărare și de vînzare de către întreprinderea Gaz de France, pentru volume de gaze mari de transportat și de distribuit (Franța)

(226 F/10) *G. Nerot*: Tendințele actuale în distribuția gazelor de oraș în Franța

GRUPA III. UTILIZAREA RESURSELOR PRIMARE DE ENERGIE

Secția G_1 — Centrale termoelectrice, instalații complexe, planificare

Raportor general : *H. Melan*

(70 G_1/1) *G. N. Landis*: Energie electrică din instalații cu aburi în America 1950 — 1955 (S.U.A.)

(74 G_1/2) *F. Flatt, P. Kummel P. Profost*: Contribuția Elveției la progresele recente ale centralelor cu abur (Elveția)

(16 G_1/3) *L. Musil*: Puncte de vedere în proiectarea centralelor cu abur în țări bogate în energie hidraulică (Austria)

(25 G_1/4) *H. Hiedl*: Ciclurile de abur în centrale atomoelectrice (Austria)

(27 G_1/5) *H. Jericha*: Despre ciclul generatorului de gaze cu piston liber (Austria)

(28 G_1/6) *F. Pauker*: Propuneri recente pentru procedeul gaze-abur (Austria)

(36 G_1/7) *K. Iyjima*: Situația prezentă a producției de energie în centrale termoelectrice în Japonia (Japonia)

(75 G_1/8) *M. Lang*: Producția de energie în instalații industriale cu contrapresiune, ca sursă de energie în anumite epoci ale anlui (Germania)

(80 G_1/9) *W. Weingärtner*: Rezultate din centrale termoelectrice industriale cu presiune și temperatură foarte înaltă (Germania)

(81 G_1/10) *M. Stegemann, E. Henselmann, F. J. Mölter, E. Strempel* și *V. Zschintsch*: Termoficare urbană în R.F.G.

(105 G_1/11) *J. Friedberger*: Studiul unui ansamblu turbină de gaze-cazan de recuperare, alimentînd concomitent o distribuție de electricitate și una de căldură (Franța)

(241 G_1/12) *H. Andresen*: Tendințe în dezvoltarea motoarelor Diesel pentru centrale electrice (Danemarca)

(134 G_1/13) *E. Voit*: Combinarea de turbine de gaze și de abur în sistemul cu două feluri de combustibil (Cehoslovacia)

(135 G_1/14) *L. Podrouzek*: Comentarii asupra dezvoltării termoficării (Cehoslovacia)

(187 G_1/15) *W. Ellrich*: Probleme tehnice și economice ale construcției și exploatării centrale termoelectrice publice cu termoficare (Germania)

(93 G_1/16) *S. Andrzejewscki*: Schemele tipice ale centralelor industriale de termoficare și standardizarea proiectării lor (Polonia)

(94 G_1/17) *I. Polakow* și *A. Uklanski*: Centrale de termoficare și sistemul de încălzire urbană a orașului Varșovia (Polonia)

(123 G_1/18) *Ph. H. Sporn* și *S. N. Fiala*: Dezvoltarea unității generatoare de presiune supra-critică de 4500 PSI cu reîncălzire intermediară multiplă pentru Philo (S.U.A.)

(143 G_1/19) *R. de Pieri* și *P. Rossi*: Probleme referitoare la producția proprie a energiei electrice de către marii consumatori (Italia)

(145 G_1/20) *L. Chiappa*: Cicluri combinate de centrale cu turbine de gaze și de abur (Italia)

(37 G_1/21) *Y. Aibe*: Progrese recente în echipamentele principale ale centralelor termoelectrice din Japonia (Japonia)

(164 G_1/22) *Mr. Montprofit*: Instalația combinată gaze-abur întrebuințată la centrala termo-electrică Bone II ale întreprinderii de electricitate, și gaz a Algeriei. O aplicație particulară a ciclurilor combinate în centralele termo- electrice (Algeria)

(188 G_1/23) *K. Bammert*: Centrale de termoficare cu turbine cu aer cald (Germania)

(193 $G_1$24) *F. S. H. Brown* și *D. Clark*: Progrese recente în proiectarea centralelor electrice engleze (Anglia)

(246 G_1/25) *D. Coste* și *R. Huber*: Progrese recente ale grupurilor generatoare cu pistoane libere și turbine de gaze (Franța)

(216 G_1/26) *A. Gassberger*: Compensare de sarcină prin exploatare interconectată a centralei unei industrii mari consumatoare de energie electrică cu alimentarea publică de energie (Germania)

(238 G_1/27) *B. W. Sasanov*: Cîteva probleme ale utilizării combustibililor și a resurselor de energie secundare în siderurgia U.R.S.S.

(268 G_1/28) *G. Bossaert, L. Devienne, G. van Antro, C. van Welkenhuyzen* şi *C. Wilwertz* : Realizări recente şi tendinţe în producţia de electricitate în Belgia de către întreprinderile particulare de producţie şi distribuţie (Belgia)

Secţia G_2 — Centrale termoelectrice

PROBLEME CONSTRUCTIVE ŞI DE EXPLOATARE ALE CAZANELOR DE ABUR

Raportor general *H. Melan*

(6 G_2/1) *A. Vacek* : Progrese în producerea de abur cu cărbuni gaze de furnal şi căldură reziduală în mine de cărbuni şi în industria siderurgică (Austria)

(14 G_2/2) *H. C. Crossley* : Activitatea Comitetului pentru Disponibilitatea Cazanelor de la Conferinţa pentru economie de combustibil ale Conferinţei mondiale a Energiei ţinută la Haga în 1947 — Lucrare întocmită pentru Com. pentru Cazane (Anglia)

(26 G_2/3) *M. Ledinegg*: Calcularea supraîncălzitorilor Schotte (Austria)

(35 G_2/4) *F. Lunny*: Utilizarea turbii în instalaţii industriale în Irlanda (Irlanda)

(250 G_2/5) *M, S. Skrob* : Regimul de apă şi prepararea apei pentru cazane cu abur de presiune mare şi supra-critică în centralele termo-electrice (U.R.S.S.)

(46 G_2/6) *A. K. Bak* şi *D. Schmidt* : Cîteva experienţe şi date de exploatare pentru un grătar stoker (Danemarca)

(82 G_2/7) *W. Caulius* : Date asupra unui focar cu ciclon orizontal (Germania)

(65 G_2/8) *O. de Lorenzi* : Progrese tehnice în proiectarea generatoarelor de abur (Combustion Engineering Inc U.S.A.

(120 G_2/9) *F. V. van Berckel* : Experienţa asupra eficienţii combustiunii cu combustibili cu diferite conţinuturi de cenuşă, substanţe volatile şi fineţe de granulaţie într-un generator de abur încălzit cu combustibil pulverizat şi prevăzut cu un sistem de înmagazinare a prafului (Olanda)

(131 G_2/10) *W. H. Rowand* şi *W. Kessler* : Progrese tehnice în proiectarea cazanelor de abur. Babcock and Wilcox Co. (S.U.A.)

(141 G_2/11) *R. Dolesal* : Utilizarea căldurii conţinute în sgura topită de la cazane cu focare, cu extracţia lichidă a sgurei, un mijloc pentru ameliorarea economiei centralelor termo-electrice (Cehoslovacia)

(205 G_2/12) *P. Grasme* : Situaţia dezvoltării sistemelor de încălzire cu evacuarea lichidă a sgurei în R.F.G.

(231 G_2/13) *N. M. Mihailov* : Reducerea pierderilor la uscarea combustibililor prin instalaţii de uscare cu ţevi de abur în proces deschis (U.R.S.S.)

(243 G_2/14) *T. A. Sikejew* : Controlul calităţii combustibililor în centralele termo-electrice ale U.R.S.S

(244 G_2/15) *M. B. Ravici* : Metode rapide pentru determinarea puterilor calorifice şi a randamentelor de ardere ale combustibililor (U.R.S.S.)

(247 G_2/16) *V. V. Pomeranzev, B. D. Katznelson* şi *C. D. Sagalova* : Bazele fizico-chimice ale proceselor de ardere ale combustibililor naturali (U.R.S.S.)

(248 G_2/17) *P. N. Kendys* : Utilizarea cărbunilor de calitate redusă şi umezi în agregatele de cazan cu capacitatea de 20 — 230 t/h în U.R.S.S.

(252 G_2/18) *K. A. Rakov, N. V. Bulgacov, L. B. Krolj* şi *M. D. Panasenco* : Proiectarea, construcţia şi controlul unei instalaţii experimentale de cazan cu trecerea forţată cu presiune supra — critică (300 ata) la o temperatură a aburului de 600°C (U.R.S.S.)

(253 G_2/19) *V. N. Nojev* şi *M. D. Panasenco* : Amenajări pentru mărirea randamentului în interiorul cazanelor de abur (U.R.S.S.)

(254 G_2/20) *M. A. Sttricovici* : Procesul de lucru în cazane de abur cu trecerea forţată la presiuni supra-critice (U.R.S.S.)

(255 G_2/21) *W. P. Romadin* şi *Ju. L. Marschak* : Sistemul de ardere (WTI) cu evacuarea de mare randament a sgurii în antecamere de ardere verticale ciclon (U.R.S.S.)

(256 G_2/22) *P. A. Acolsin* : Eliminarea oxigenului din apă prin procedeul, de desorbţie (U.R.S.S.)

(257 G_2/23) *L. N. Chitrin* şi *G. F. Knorre* : Despre factorii principali şi metodele posibile pentru intensificarea procesului de ardere a combustibililor solizi (U.R.S.S.)

Secţia G_3 — Centrale termo-electrice

PROBLEME TEHNICE ALE ECHIPĂRII MECANICE

Raportor general : *H. Melan* şi *R. Weis*

(62 G_3/1) *C. D. Wilson* şi *L. T. Rosenberg* : Progrese tehnice la unităţi generatoare cu turbine cu abur. Allis-Chalmers Manufac turing Company (S.U.A.)

(113 G_3/2) *L. Heller* şi *L. Forgo* : Rezultate de exploatare ale unei centrale, termoelectrice cu condensaţie, cu circuit de apă de răcire, răcit cu aer şi posibilităţile de dezvoltare (Ungaria)

(121 G_3/3) *A. M. Harrison* şi *J. A. Carlson* : Progrese tehnice în proiectarea grupelor turbogeneratoare cu abur (S.U.A.)

(122 G_3/4) *C. Schabtach* şi *H. D. Kelsey* : Progrese în proiectarea grupurilor turbogeneratoare cu abur şi turbine de gaze din 1950 pînă în 1955 realizate de către General Electric Company (S.U.A.)

(148 G_3/5) *F. Scillieri* : Tendinţe actuale în construcţia alternatoarelor de mare viteză şi mare putere (Italia)

(211 G_3/6) *P. D. Morris* : Progrese recente britanice în proiectarea turbinelor cu abur de mare putere (Anglia)

(228 G_3/7) *E. P. Stephani* : Sistemul electronic al Institutului termotehnic unional pentru comanda automatizată a proceselor termotehnice (U.R.S.S.)

(245 G_3/8) *G. A. Kirakosjanz* : Dezvoltarea sistemelor de comandă pentru turbine cu abur în U.R.S.S.

(203 G_3/9) *W. Traupel* : Dezvoltarea turbinelor de gaze în Elveţia

(237 G_3/10) *A. A. Cot* şi *V. T. Lobanov* : Formarea de depuneri în piesele de trecere a turbinelor şi influenţa lor asupra randamentului (U.R.S.S.)

(124 G_3/11) *A. W. Morley* : Progresul turbinelor de gaze pentru aviaţie (Anglia)

Secţia H — Centrale hidro-electrice

Raportor general : *A. Grzywianski*

(31 H/1) *S. Saeki* : Situaţia actuală a producţiei hidroelectrice în Japonia

(10 H/2) *E. Fischer* : Bazine de acumulare mici în aducţiunea centralelor hidroelectrice cu derivaţie (Austria)

(11 H/3) *H. Kastner* : Caverne pentru centralele hidroelectrice (Austria)

(12 H/4) *D. Scholtis* şi *J. Fritsch* : Progrese în construcţii de beton masiv şi utilizarea lor la amenajarea resurselor hidroenergetice austriace (Austria)

(40 H/5) *H. Grassberger* şi *K. Lausch* : Date privitoare la proiectarea şi exploatarea unui lanţ de hidrocentrale pe firul apei, cu retenţie zilnică (Austria)

(15 H/6) *G. Schloffer* : Controlul puterii la amenajări hidroelectrice cu turbine spirale (Austria)

(21 H/7) *A. Takeda* : Progrese tehnice recente în construţia turbinelor hidraulice şi a generatoarelor în Japonia

(44 H/8) *V. Bodson* : Amenajarea hidroelectrică a văii rîului Our. (Staţie de pompare de mare presiune) (Luxemburg)

(50 H/9) *V. Castren* : Rezervoare naturale şi artificiale în sistemul interconectat al Finlandei (Finlanda)

(54 H/10) *G. Isaakson* : Aspecte ale dezvoltării recente a energiei hidroelectrice în Suedia (Suedia)

(58 H/11) *W. Steinböck* : Construcţia barajului Grosser Mühldorfer See (Austria)

(60 H/12) *T. Nilsson* : Dezvoltări recente în proiectarea şi construcţia centralelor hidroelectrice din Suedia (Suedia)

(61 H/13) *M. Kleindienst* şi *M. Zugaj* : Progrese în construcţia centralelor hidroelectrice cu referire specială la instalaţiile din Karst (Jugoslavia)

(68 H/14) *C. W. Kinney* : Centralele hidroelectrice în programele de dezvoltare a resurselor hidraulice cu scopuri multiple (S.U.A.)

(69 H/15) *G. V. Davenport* : Centrala hidroelectică Big Creek (S.U.A.)

(92 H/16) *Z. Znigrodski* : Importanţa energiei hidraulice în economia generală hidraulică şi energetică a Poloniei (Polonia)

(97 H/17) *H. Chamayou* : Grupul prototip Castet şi perspectivele de viitor ce se deschid pentru echiparea centralelor hidroelectrice (Franţa)

(106 H/18) *H Grengg* şi *O. Jüngling* : Amenajări pentru descărcarea centralelor hidroelectrice de joasă presiune de ape normale şi de viituri (Austria)

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

(107 H/19) *K. Widdmann* : Probleme de construcţii electromagnetice şi de amenajare la staţii de acumulare prin pompare (Austria)

(108 H/20) *S. Istad* : Cercetări asupra resurselor hidroenergetice în sudul Norvegiei cu referire la interconectarea centralelor hidroelectrice (Norvegia)

(109 H/21) *R. Heggstad* : Tendinţe în construcţia centralelor hidroelectrice în Norvegia

(111 H/22) *R. Gibrat* şi *F. Auroy* : Probleme puse de utilizarea energiei mareelor (Franţa)

(115 H/23) *A. Amman* : Acumularea prin pompare în sisteme interconectate mari, exemplul centralelor pe Ill din Vorarlberg (Austria)

(138 H/24) *M. Nehleba* : Unele rezultate ale unei turbine Kaplan de mare presiune (Cehoslovacia)

(154 H/25) *F. L. Lawton* : Progrese în proiectarea şi construcţia centralei Kemano (Canada)

(156 H/26) *C. Xerez* : Limitele posibile ale acumulărilor construite pentru producţia de energie electrică (Portugalia)

(167 H/27) *U. Ucelli* : Tendinţe actuale din Italia, privind construcţia de turbine hidraulice de mare putere (Italia)

(176 H/28) *R. Riquois* : Exemple de coordonare între producţia de energie electrică pe de o parte, şi navigaţia (Rin) şi agricultura (Durance) pe de altă parte (Franţa)

(179 H/29) *M. Hayath* şi *K. L. Vij* : Dezvoltarea hidroenergetică a Indiei

(180 H/30) *E. Blonqvist* şi *N. Söderlund* : Cooperarea între amenajările energetice, cu privire la regularizările de ape în râuri şi lacuri (Suedia)

(196 H/31) *E. Jüillard* : Contribuţia elveţiană la dezvoltările recente ale echipamentelor pentru centrale hidroelectrice (Elveţia)

(195 H/32) *G. Schmiter* şi *H. Gicot* : Tendinţele actuale privind partea de construcţie a centralelor hidroelectrice elveţiene (Elveţia)

(209 H/33) *L. Steinhauser* : Utilizarea energiei electrice pe porţiunea râului Main între Würzburg şi Bamberg din sistemul de legătură Rin — Main — Dunăre (Germania)

(217 H/34) *O. Renniger* şi *H. Christaller* :Progrese în proiectarea, construcţia şi exploatarea centralelor hidroelectrice în R.F.G.

(218 H/35) *E. Sovary* : Potenţialul evaluabil al centralelor hidroelectrice cu acumulare, cu referire specială la capacitatea limitată de acumulare (Ungaria)

(219 H/36) *E. Mosonyi* : Influenţa centralelor hidroelectrice pe firul apei asupra navigaţiei fluviale (Ungaria)

(224 H/37) *M. Braikevitch* : Câteva relaizări britanice în mari centrale hidroelectrice (Marea Britanie)

(227 H/38) *A. A. Fulton, T. G. N. Raldane* şi *R. W. Mountain* : Realizări de acumulări prin pompaj în Marea Britanie şi aspectele economice ale acestora (Anglia)

(228 H/39) *D. S. Sceavelicv* : Energie hidraulică la utilizarea complexă a apelor pentru mai multe scopuri şi crearea unor sisteme interconectate (U.R.S.S.)

(230 H/40) *C. Rind* : Despre amenajarea batardourilor la construcţia centralelor de joasă presiune (Austria)

(233 H/41) *M. A. El-Kholy* : Proiecte de centrale hidroelectrice în Egiptul de astăzi, cu referire specială la proiectul barajului înalt de la sud de Asuan (Egipt)

(259) H/42)*H. Gerber*: Contribuţia Elveţiei la evoluţia echipamentului hidraulic pentru utilizarea energiei apelor (Elveţia)

(259 H/43) Oficiul hidroenergetic pentru Munţii Inzăpeziţi : Realizări în proiectele centralelor hidroelectrice din Munţii înzăpeziţi (Snowy Mountains, Australia)

(192 H/44) *K. Rosenberg* : Uzarea turbinelor Francis datorită efectelor cavităţii. Studii în timpul exploatării prin folosirea radioizotopilor (Norvegia)

(264 H/45) *R. Harnecker* şi R. *Salazar* : Utilizarea materiilor prime şi a potenţialului hidroelectric a litoralului sudic al oceanului Pacific pentru industrii electrochimice şi electrometalurgice (Chile)

Secţia J_1 — Energia nucleară

PRINCIPIILE ŞI CONSTRUCŢIA REACTORILOR

Raportor general : *K. Liutner* şi *P. Weinzierl*

Secţia J_2 Energia nucleară

Probleme de tehnologie a metalelor şi probleme chimice Măsuri de protecţie.

Roportor general *K. Liutner şi E. Broda*

(91J/1) *F. Münzinger* : Observaţii asupra rentabilităţii centralelor atomoelectrice (Germania)

(99J/2) *P. Chambadal* şi *J. P. Roux* : Recuperarea căldurii la ieşirea dintr-un reactor (Franţa)

(100 J/3) *H. J. Dunster* şi *A. S. Mclean* : Evacuarea apelor şi gazelor într-un program de centrale atomoelectrice (Anglia)

(128 J/4) *H. Brynielsson* : Progrese în centrale atomoelectrice în Suedia 1945—1955 (Suedia)

(129 J/5) *F. H. Spedding* : Combustibili atomici (S.U.A.)

(130 J/6 *A. E. Gorman* şi *E. McCallum* : Evacuarea produselor atomice inutile în industria atomoelectrică (S.U.A.)

(169 J/7) *W. Davis* : Situaţia tehnologiei nucleare (S.U.A.)

(170 J/8) *U. M. Staebler* : Aspecte economice ale energiei atomice (S.U.A.)

(171 J/9) *T. G. Leclair* : O centrală atomoelctrică de 180 MW cu reactor cu apă în fierbere (S.U.A.)

(172 J/10) *J. W. Simpson* : Raport asupra centralei atomoelectrice cu reactor cu apă sub presiune (PWR) (S.U.A.)

(173 J/11) *R. L. Fitzgerald* : Consideraţii în legătură cu primul reactor atomoelectric în Noua Anglie (S.U.A.)

(175 J/12) *H. H. Gott* : Problemele tehnice ale proiectării şi exploatării reactorilor pentru producţia de energie electrică şi problemele rentabilităţii lor (Anglia)

(194 J/13) *J. C. Duckwoerth, P. J. Squire* şi *V. G. Newnan* : Producţia de energie atomoelectrică şi viitorul sistemelor energetice ale Marei Britanii (Anglia)

(201 J/14) *J. J. Went* : Planul de construcţii de centrale atomoelectrice în Olanda

(210 J/15) *J. V. Dunworth* : Metodele utilizării combustibililor în programul de producţie atomoelectrică (inclusiv unele date asupra tipurilor şi utilizării reactorilor) (Anglia)

(239 J/16) *R. F. Bishop, R. W. Horseman, G. W. Grossmith, R. H. Kelsall, R. J. Cunningham, W. R. Wooton, A. T. Bowden* şi *R. V. Moore* : Date privind construcţiile mecanice ale centralei atomoelectrice de la Calder Hall (Anglia)

(269 J/17) *C. R. Milne* şi *W. Th. Moore* : Centrala atomoelectrică proiectată de Consolidated Edison Company of N.Y. (S.U.A.)

(270 J/18) *W. L. Cisler, A. S. Griswold* şi *F. D. Campbell* : O mare centrală atomoelectrică cu reactor breeder cu neutroni rapizi (S.U.A.)

(274 J/19) *J. Grabscheid* : Contribuţii la problema punerii la punct a reglării centralelor atomoelectrice (Austria)

Secţia K. Alte resurse de energie şi procedee speciale pentru valorificarea surselor de energie

Raportor general : *H. Thiwing*

(22 K/1) *T. Yoshioka* : Tendinţele cercetărilor pentru producţia de energie electrică prin abur subteran în Japonia (Japonia)

(53 K/2) *S. O. Hultin*: Energia electrică ca produs secundar ridică economia evaporării în mai multe trepte (Finlanda)

(114 K/3) *A. Leval* şi *F. Halasz* : Soluţii tehnico-ştiinţifice pentru utilizarea energetică a surselor de bioxid de carbon de mare presiune (Ungaria)

(119 K/4) *F. T. Bacon* şi *J. S. Forrest* : Cercetări recente la pile de combustie în Marea Britanie

(139 K/5) *W. Schroeder* şi *F. Tezenas du Montcel* : Metanul de mină, o nouă sursă de energie a Saar-ului (Saar)

(150 K/6) *H. Tabor* : Maşini de energie solară. Aspecte tehnice şi economice ale principiului radierii selectire (Israel)

(162 K/7) *L. F. de Anda* : Utilizarea aburului subteran în Mexico (Mexico)

(197 K/8) *G. Bodvarsson* : Căldură naturală în Islanda (Islanda)

(198 K/9) *M. V. Griffith* şi A. *Summer* : Privire critică asupra evoluţiei pompelor de căldură în Marea Britanie (Anglia)

(272 K/10) *J. Venter* şi *P. Stassen* : Captarea şi utilizarea grizu-ului (Belgia)

(275 K/11) *H. Hunger* şi *A. Marko* : Cercetări asupra pilelor de combustie în anii 1948—1955 în Austria (Prefaţa L. Ebert) (Austria)

GRUPA IV. EPURAREA APELOR UZATE ŞI A GAZELOR DE ARDERE IN ECONOMIA ENERGETICĂ

Secţia L. Epurarea apelor uzate în instalaţii energetice

Raportor general : *R. Liepolt*

(78 L/1) D. *Pallasch, W. Husmann, W. Geisler, F. Lippert* şi G. *Müller-Neuhaus* : Epurarea apelor uzate în instalaţii energetice (Germania)

(222 L/2) *W. Boulin* : Aspecte tehnice şi economice ale problemei apelor uzate provenind din uzine de gaze şi de cocs (Franţa)

(240 L/3) *A.L. Roberts* şi *W. H. Blackburn* : Ape uzate din producţia şi utilizarea combustibililor caracteristici, tratamente şi modalităţi de evacuare (Anglia)

Secţia M. Epurarea gazelor de ardere în centrale termoelectrice

Raportor general : *J. Benischek*

(0 M/1) *A. Parker* : Vicierea aerului în Marea Britanie, datorată tratării şi arderii combustibililor (Anglia)

(23 M/2) *A. J ter Linden* : Stricăciuni provenite din praf şi fum în împrejurimile centralelor termoelectrice (Olanda)

(13 M/3) *U. Blomqvist* : Precipitaţiile de cenuşă la centrala termoelectrică Västerås (Suedia)

(101 M/4) *K. Hansen* : Efectivitatea şi utilitatea instalaţiilor de desprăfuire ale cazanelor cu grătar, din punctul de vedere al exploatării (Danemarca)

(242 M/5) *N. F. Dergaciov* : Separatoare de cenuşi prin procedee umede (U.R.S.S.)

GRUPA V. COOPERAREA ENERGETICĂ INTERNAŢIONALĂ

Secţia N. Probleme tehnice ale cooperării economice internaţionale

Raportor general : *B. Mangele*

(1 N/1) *J. Grabscheid* : Ameliorarea stabilităţii dinamice a reţelelor de transport sincrone, ca problemă tehnică şi economică de cooperare energetică internaţională (Austria)

(5 N/2) *W. Erbacher* : Limitele tehnice şi economice ale liniilor de transport de energie cu tensiunile nominale de 110, 220 şi 380 kV (Austria)

(8 N/3) *G. Oberdorfer* : Austria în sistemul interconectat European (Austria)

(79 N/4) *H. Roser, R. Depe, M. Erich, W. Neumann, F. Wipf* : Probleme tehnice ale interconectării între Germania de vest şi ţările vecine (Germania)

(177 N/5) *H. L. Melvin* : Cooperarea în domeniul energeticei (S.U.A.)

(202 N/6) *K. Kraus* : Despre modalitatea de colaborare în privinţa instalaţiilor electromecanice ale centralelor electrice de graniţă (Austria)

(206 N/7) *A. Dennhardt* : Despre necesitatea şi felul instalaţiilor viitoare de telecomunicaţii în exploatarea sistemelor energetice (Germania)

(234 N/8) *Mm. Bardon, Fleischer* şi *van Rhijn* : Coordonarea producţiei şi transportul energiei electrice în Europa occidentală. Rolul U.C.P.T.E. (UCPTE)

(271 N/9) *Boseli* : Uniunea Internaţională a Industriei de Gaz şi activitatea sa internaţională în domeniul tehnicei gazelor (Austria)

Secţia O. Probleme economice energetice ale cooperării energetice internaţionale

Raportor general : *O. Vas*

(118 0/1) *F. Carati* : Folosirea energetică internaţională a bazinului versant al Inn-ului superior (Italia)

(142 0/2) *M. Visentini* : Contribuţia Italiei la cooperarea internaţională în domeniul energiei electrice (Italia)

(144 0/3) *R. Marin* : Interconectarea sistemelor electroenergetice italiene cu acele ale Austriei şi Jugoslaviei (Italia)

(182 0/4) *A.G. L. Naughton* : Problemele amenajării fluviilor internaţionale pe versantul spre oceanul Pacific dintre Canada şi Statele Unite (Canada)

(208 O/5) *L. Wolf, C. Th. Kromer, H. Schöller* şi *Chr. Kneller* : Probleme economice de cooperare în domeniul electroenergetic între Germania de vest şi ţările vecine (Germania)

(213 0/6) *V. Slebinger* : Posibilităţi de integrare a resurselor hidraulice ale Dinarilor şi Alpilor orientali. (Jugoslavia)

(236 0/7) *J. A. van den Heuvel* : Problemele finanţării alimentării Europei cu energie (OECE)

(267 0/8) *St. Han* : Cîteva aspecte economice ale cooperării internaţionale în domeniul producţiei şi utilizării energiei cu referire specială la sudul Europei centrale (Jugoslavia)

„REVISTA ENERGETICA", organ al Ministerului Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice şi al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R. P. R. • Redacţia : Bucureşti str. Ion Ghica nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, telefon : 3.57.28 şi 3.07.30. Administraţia şi Casieria Calea Victoriei nr. 118. Raion I. V. Stalin. • Revista este editată de „ASIT" • Abonamentele se primesc la toate oficiile poştale, de la oraşe şi sate prin factorii poştali, la secţiile raionale de Difuzare a Presei şi la *sediul redacţiei din str. Ioan Ghica nr. 3.*

Tarif pentru întreprinderi lei 96 anual; • Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri lei 30 anual; • Preţul unui exemplar 5 lei.

COMITET DE REDACȚIE

Conf. ing. **Ioan D. Stănceseu** redactor responsabil
Conf. ing. **Călin Mihăileanu** redactor resp. adjunct

Ing. **N. Armencoiu,** conf. ing. **I.A. Badea,** prof. ing. **M. Bercovici,** membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, conf. ing. **E. Constantineseu,** ing. **V. Cozelciuc,** ing. **P. Dimo,** laureat al Premiului de Stat, prof. ing. **C. Dinculescu,** membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. Hereseu,** conf. ing. **N. Moldoveanu,** conf. ing. **C. Peneseu,** ing. **P. Vicol,** prof. ing. **I. Vlădea.**

E 2039

[R]

KAT

ENERGETICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

REVISTA ENERGETICA
1956

SUMAR

Pag.

Vasilescu C. A. Pimsner V.: Posibilitatea transformării motoarelor cu aprindere prin scînteie pentru a funcţiona cu gaz metan 501

Badea I. Colţ Gh.: Tipuri noi de cazane în U.R.S.S. 507

Ionescu C.: Consideraţii asupra unei terminologii corecte pentru cîteva elemente ale cazanelor de abur. 513

Pavel D.: Transformator hidroenergetic pur . . 516

Herescu I.: Cîteva sugestii pentru mecanizarea unor operaţiuni în activitatea de exploatare şi întreţinere ale reţelelor electrice. . . 521

Podaşcă Gh. Brebenel D.: Imbunătăţirea regimului de reparaţii ale utilajului energetic din centrale. 525

Tarţa I.: Indicii de bază ai gospodăririi chibzuite interne pentru sectoarele Reţele şi Unităţi ajutătoare din întreprinderile de electricitate. 530

ENERGETICA PESTE HOTARE 535

DIN ACTIVITATEA ASIT 538

CONFERINŢA MONDIALĂ A ENERGIEI 539

DOCUMENTARE 540

INSTRUCŢIUNI 548

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

К. А. Василеску, Пимснер В.: Возможность приспособления автомобильных моторов с зажиганием искрой для работы на газе метане 501

И. Бадя и *Г. Колц*: Новые типы котельных установок в СССР 507

К. Ионеску: Соображения в связи с правильной терминологией для некоторых узлов паровых котлов 513

Д. Павел: Гидроэнергетический трансформатор 516

И. Хереску: Ряд соображений в связи с механизацией некоторых операций при эксплуатации и текущем ремонте электрических сетей 521

Г. Подашка, Д. Бребенел: Улучшение режима ремонта энергетического оборудования электрических станций 525

И. Тарца: Основные показатели внутреннего хозрасчета для секторов «сети и вспомогательные единицы электроэнергетических предприятий» 530

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА 535

ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А.С.И.Т. 538

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ 539

ДОКУМЕНТАЦИЯ 540

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ 548

SOMMAIRE

Page

Vasilesco, C. A., Pimsner, V.: La possibilité de la transformation des moteurs d'autovéhicules á allumage par étincelle pour le fonctionnement avec du gaz méthane 501

Badea I. et *Colţ Gh.*: Types nouveaux de chaudières en URSS 507

Ionesco C.: Considèrations sur une terminologie correcte concernant quelques éléments des chaudiéres á vapeur 513

Pavel D.: Transformateur hydroenergetique (pompe turbine) 516

Heresco I.: Quelques suggestions pour la mécanisation de quelques opèrations concernant l'exploitation et l'entretien des réseaux électriques. 521

Podaşcă G., Brebenel D.: L'amélioration du régime de réparations de l'outillage énergétique dans les centrales électriques 525

Tarţa I.: Indices de base de l'administration interne autonome des secteurs „Réseaux et Unités auxiliaires" des entreprises d'électricité 530

L'ENERGÉTIQUE A L'ÉTRANGER . . . 535

DE L'ACTIVITÉ ASIT 538

CONFÉRENCE MONDIALE DE l'ÉNERGIE 539

DOCUMENTATION 540

PRESCRIPTIONS 548

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Vasilescu C. A., Pimsner V.: Die Möglichkeit der Umstellung von Kraftfahrzeugen auf Metangasbetrieb 501

Badea I. u *Colţ Gh.*: Neue Kesselbauarten in der U.R.S.S. 507

Ionescu C.: Betrachtungen über die korrekte Terminologie einiger Dampfkesselelemente . 513

Pavel D.: Hydroenergetischer Umformer (Turbine-Pumpe) 516

Herescu I.: Vorschläge für die Mechanisierung einiger Arbeiten in Verbindung mit dem Betrieb und der Instandhaltung von elektrischen Netzen 521

Podaşca G., Brebenel D.: Verbesserung der Überholungsarbeiten der elektrischen Ausrüstungen in Kraftwerken 525

Tarţa I.: Grundkennziffern der internen wirtschaftlichen Rechnungsführung für die Abteilungen „Netze und Hilfseinheiten" von elektrischen Unternehmen 530

DIE ENERGETIK IM AUSLANDE. 535

MITTEILUNGEN AUS DER ASIT TÄTIGKEIT 538

WELTKRAFTKONFERENZ 539

SCHRIFTTUM 540

VORSCHRIFTEN 548

Ł 2039

ENERGETICA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacţie

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R
ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul IV ★ 1956 ★ Nr. 11 Redacţia: Bucureşti, str. I. Ghica nr. 3 ★ Tel. 3.07.30 3.57.28

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

Posibilitatea transformării motoarelor de autovehicol cu aprindere prin scînteie pentru a funcţiona cu gaz metan

Institut. de Documentare Tehnică BUCUREŞTI

Ing. C. A. VASILESCU şi Ing. V. PIMSNER

În R.P.R. se găsesc mari cantităţi de gaze naturale grupate în cîmpuri gazeifere situate în majoritatea lor în centrul Transilvaniei. În aceste cîmpuri gazele naturale se exploatează prin sonde care cu cît sînt mai adînci, debitează gazele la o presiune mai ridicată. Gazele naturale sînt transportate la consumatori prin conducte de presiune mică şi medie, unde gazul este laminat micşorîndu-i-se presiunea la valoarea scăzută a presiunii reţelei de distribuţie. Gazul natural din cîmpurile din Transilvania este de compoziţie uniformă şi alcătuit aproape numai din gaz metan. In acest mod, gazul natural din cîmpurile Transilvaniei devine pe de o parte un combustibil ideal, pe de altă parte o materie primă de o deosebită valoare. Cel de al doilea Plan Cincinal al R.P.R. reflectă importanţa gazului metan în economia noastră prin amploarea ce se dă industriei extractive de gaze naturale.

Gazul metan este un combustibil bun şi pentru motoare termice datorită amestecării uşoare a gazului cu aerul şi datorită puterii sale calorifice mari. El poate fi folosit atît pentru motoarele cu aprindere prin scînteie cît şi pentru motoarele cu aprindere prin compresie ducînd la importante economii de combustibil lichid. Folosirea gazului metan pentru arderea în motoare s-a dezvoltat în două direcţii : pe de o parte utilizarea gazului metan în motoare special construite în acest scop (motoare stabile), pe de altă parte transformarea unor motoare deja construite pentru a funcţiona cu gaz metan. Principii de utilizare raţională a combustibililor, de economisire a combustibililor lichizi sau de raionare a consumului de combustibil pot impune transformarea motoarelor de autovehicul pentru a funcţiona cu gaz metan. Asemenea încercări s-au făcut de altfel şi la noi în ţară cu rezultate satisfăcătoare.

Această transformare este legată de o serie de dezavantaje dintre care se enumeră :

— o scădere a puterii motorului ;
— o mărire a tendinţei la încălzire a motorului ;
— o micşorare a greutăţii utile a autovehiculului ;
— o micşorare a autonomiei autovehiculului ;
— o îngreunare a deservirilor şi deci nu este recomandabil a se face decît atunci cînd cerinţele economice o impun.

Alimentarea motorului de autovehicul cu gaz metan se face păstrîndu-se posibilitatea funcţionării cu benzină. Gazul metan poate fi stocat pe autovehicul în mai multe moduri :

— lichefiat la mare presiune sau la presiunea mediului ambiant dar la o temperatură foarte scăzută ;
— sub formă de gaz, la mare presiune ;
— la presiunea conductei magistrale ce deserveşte centrul considerat sau la presiunea scăzută de distribuţie în oraş.

In general soluţiile de alimentare cu gaz la presiune mare (sau lichefiat) măresc autonomia autovehiculului dar conduc la greutate moartă mai mare ; soluţiile de alimentare cu gaz de presiune scăzută sînt legate de impedimente de gabarit.

Totuşi problema modului de stocare a gazului metan pe autovehicul depinde de natura autovehiculului, prescripţiile de securitate şi de presiunea la care poate fi obţinut gazul metan, (adică dacă alimentarea se face prin staţie de compresoare, la presiunea conductei magistrale sau la presiunea reţelei de distribuţie). Ea se rezolvă pentru fiecare caz concret în parte.

Comportarea motorului construit pentru a funcţiona cu benzină şi utilizînd gazul metan ridică o serie de probleme care trebuie cunoscute.

Scopul acestui articol este să studieze aceste aspecte ; datele experimentale prezentate [1] se bazează pe o serie de lucrări realizate în Institutul de Energetică al Academiei R. P. R.

1. Ca urmare a folosirii în acelaşi motor a gazului metan în locul benzinei, se realizează o scădere de putere care reprezintă 12—16% pentru motoarele de cilindree mică şi de raport volumetric normal şi 15—30% pentru

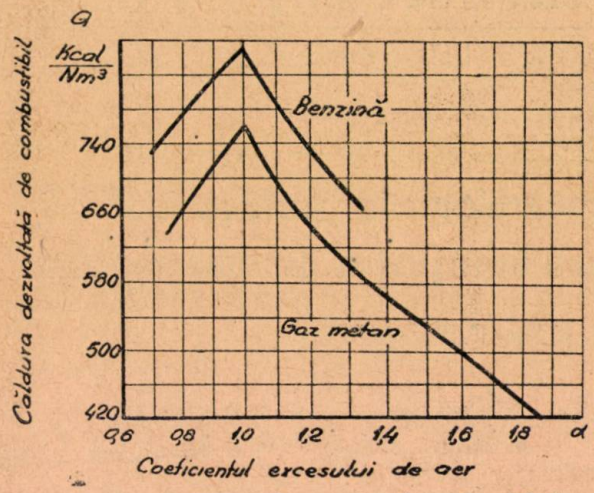


Fig. 1. Căldura desvoltată de amestecul aer benzină şi aer gaz metan, în funcţie de coeficientul excesului de aer.

motoare de cilindree mare şi raport volumetric de compresie mic. Cauzele acestei reduceri de putere sînt multiple [2], [3]. In cele ce urmează se va face o analiză sumară a lor:

— căldura dezvoltată prin ardere de amestecul gaz metan aer este mai mică (fig. 1) decît căldură dezvoltată de amestecul benzină aer cu cca. 11%.

De asemenea domeniul de dozaje optime este mult mai strîns (în jurul dozajului corect) în cazul gazului metan şi nu se remarcă creşterea puterii motorului cu îmbogăţirea dozajului;

— randamentul volumetric scade la trecerea aceluiaşi motor de la funcţionarea cu benzină, la funcţionarea cu gaz metan datorită absenţei vaporizării combustibilului lichid în conducte şi variaţiei valorii căldurilor specifice la cei doi combustibili;

— viteza de propagare a flacării în cazul gazului metan este scăzută faţă de benzină. Aceasta duce la necesitatea unor avansuri mari de aprindere şi la o nouă scădere a puterii indicate;

— în cazul arderii benzinei (în proporţie corect chimică) cu aerul se produce o dilataţie molară de aproximativ 6%, prin aceasta creşte presiunea gazelor arse cuprinse în acelaş volum şi la aceeaşi temperatură; în cazul arderii gazului metan nu se produce acest fenomen, deci această creştere de presiune nu are loc; plenitudinea diagramei suferă şi prin urmare puterea indicată va înregistra o scădere corespunzătoare;

— randamentul mecanic se micşorează prin efectele descrise mai sus, micşorînd la rîndul său, valoarea puterii efective. Intr-adevăr se poate exprima randamentul mecanic:

$$\eta_m = 1 - \frac{P_f}{P_i}$$

unde P_i — puterea indicată şi P_f — puterea absorbită de frecări. La turaţie constantă se poate considera puterea absorbită de frecările din motor invariabilă şi prin urmare randamentul mecanic scade ca urmare a scăderii puterii indicate. In acelaşi timp

$$P_e = \eta_m P_i$$

unde atît η_m cît şi P_i scad.

Factorii enumeraţi mai sus duc la o masivă scădere a puterii.

2. Experimentările au fost realizate pe un banc de probă special realizat în acest scop.

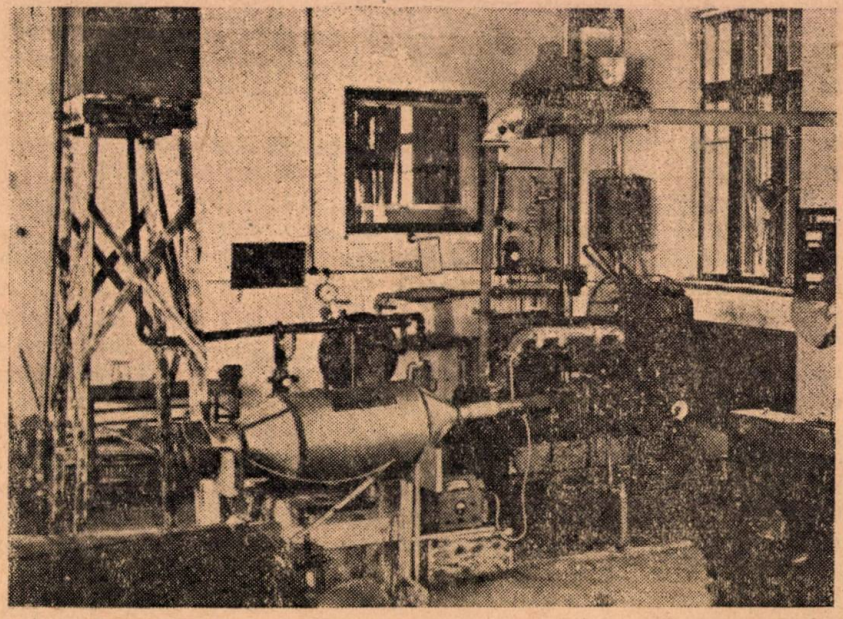


Fig. 2. Bancul de probă al motoarelor de autovehicol funcţionînd cu gaz metan.

Bancul de probă a cărui vedere generală se indică în fig. 2, are următoarele posibilităţi de deservire şi măsură:

— alimentarea şi măsurarea debitului scurs, atît gaz metan cît şi benzină (fig. 3);

— Încărcarea motorului cu o frînă hidraulică (fig. 4) instalată cu rezervor de nivel constant.

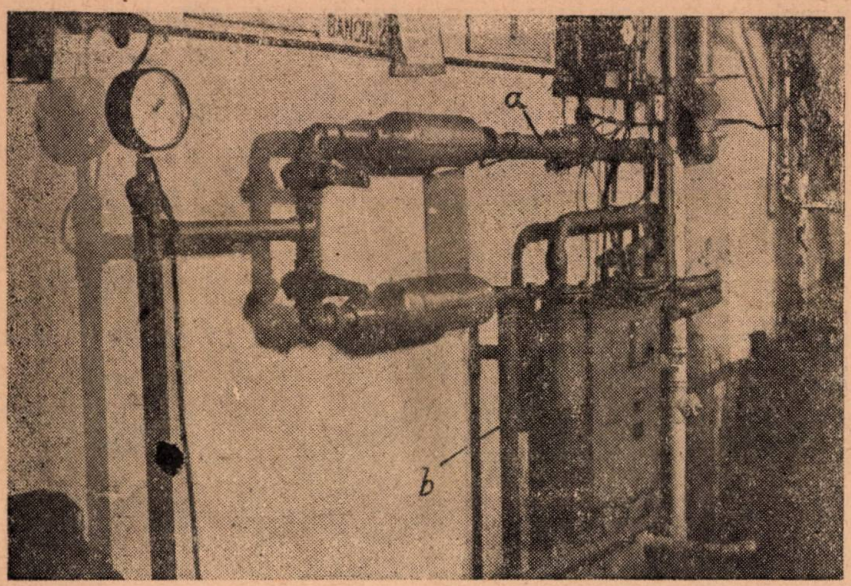


Fig. 3. Instalaţia de alimentare cu gaz metan :
a. măsurarea debitului de gaz metan prin diafragmă
b. măsurarea debitului de gaz metan prin contor volumetric

— măsurarea debitului de aer cu ajutorul unei diafragme şi cameră de egalizare a presiunii ;

— măsurarea debitului de lichid de răcire cu un rotametru ; măsurarea temperaturilor la intrarea şi ieşirea apei în motor ;

— posibilitatea de variere a avansului fix de aprindere la magnetou (cu suspendarea avansului automat) (fig. 5) ;

— măsurarea pe cale electrică a momentului producerii scînteii la bujie.

Motorul studiat este un motor de autobus de turaţie mică, raport volumetric de compresie mic ($\varepsilon = 4{,}5$) şi cilindree mare. Alimentarea cu gaz metan s-a realizat (păstrîndu-se carburatorul), prin două conducte (fig. 6) una dintre ele alimentînd mersul încet şi cealaltă asigurînd funcţionarea în regim.

Gazul metan vine la motor printr-un reductor, la o suprapresiune de cca. 50 mm coloană de apă. Pentru încercări, mersul încet a fost realizat printr-un orificiu dispus într-o flanşă suplimentară montată între carburator şi motor ; orificiul este reglabil. Pentru mersul în sarcină s-a realizat (fig. 7) un amestecător chiar în regiunea difuzorului prin înlocuirea acestuia cu un difuzor perforat care să permită conducerea gazului metan. Pentru necesităţile experimentărilor s-a prevăzut şi aici o secţiune reglabilă de scurgere a gazului. In felul acesta s-a putut varia dozajul amestecului în motor.

3. Motorul încercat prezintă o variaţie importantă a puterii (fig. 8) la trecerea de la benzină pe gaz metan ; cum motorul studiat are un raport volumetric de compresie redus, această variaţie este mare, reprezentînd cca. 30%.

Ca urmare a prelungirii duratei de ardere în timpul evoluţiei de destindere, gazele arse sînt mai fierbinţi şi în consecinţă regimul termic al motorului creşte.

In fig. 9 s-a indicat variaţia temperaturii sediului bujiei la motorul alimentat cu gaz metan şi cu benzină constatîndu-se mărirea acestui parametru la alimentarea cu gaz metan.

O micşorare a temperaturii gazelor arse, şi prin urmare a regimului termic se poate realiza prin varierea avansului la aprindere (fig. 10). Din datele experimentale prezentate, rezultă că temperatura minimă a gazelor arse duce la o diminuare a puterii motorului.

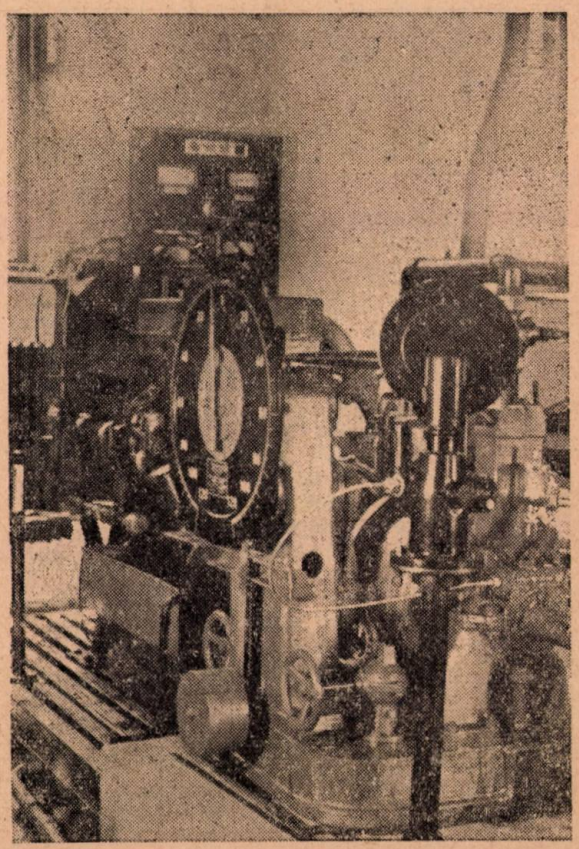


Fig. 4. Vederea bancului de probă dinspre partea frînei hidraulice ; în fund panoul de măsurare la distanţă a temperaturilor.

In consecință, experimentările indică scăderea puterii la trecerea motorului la funcționarea cu gaz metan; se indică în fig. 11 cum afectează această scădere de putere capacitatea de lucru a motorului; sarcina utilă a motorului de autovehicul este mai mică decît puterea maximă a acestuia; trecerea de la funcționarea pe benzină la funcționarea pe gaz metan, afectează rezerva de putere a motorului; dacă se cere o funcționare pentru o anumită durată de timp, puterea la funcționare pe gaz metan trebuie scăzută suplimentar pentru a micșora regimul termic al motorului. Scăderea rezervei de putere a motorului se manifestă în micșorarea indicilor dinamici ai autovehiculului; în fig. 12 s-au indicat curbele de utilizare ale unui autobus echipat cu motorul experimentat, funcționînd cu benzină și cu gaz metan; se remarcă de exemplu că autobusul care, pe benzină urca o rampă de 10% în viteza întîia nu mai poate urca decît o rampă de 7% în viteza întîia, în cazul în care ar funcționa cu gaz metan. O îmbunătățire a performanțelor motorului, atît în ceea ce privește restabilirea puterii cît și în ceea ce privește scăderea temperaturii gazelor arse, se poate face prin mărirea raportului volumetric de compresie la o valoare superioară lui $\varepsilon = 6$; în acest caz însă este periclitată funcționarea normală pe benzină din cauza pericolului apariției fenomenului de detonație.

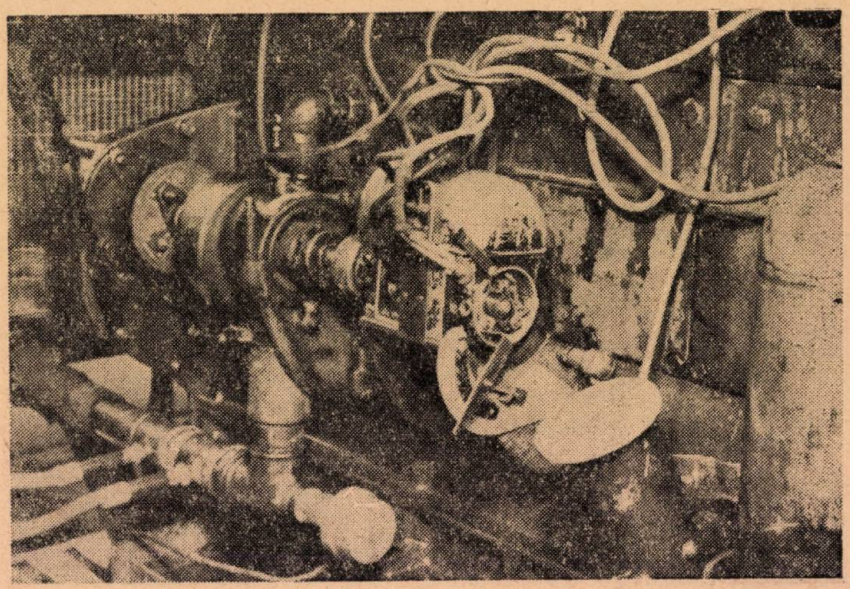


Fig. 5. Magnetoul motorului cu dispozitivul de variere a avansului fix.

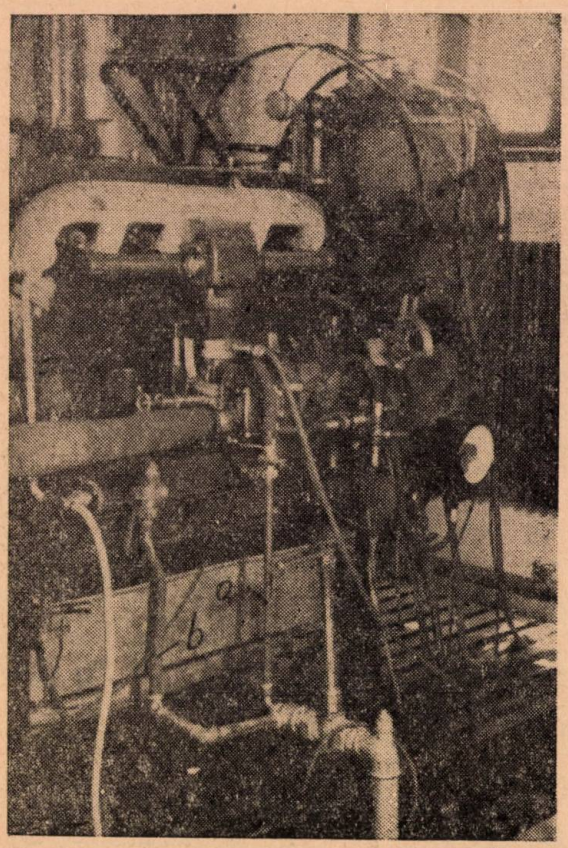


Fig. 6. Sistemul de alimentare cu gaz metan a motorului:
a — conductă ce alimentează mersul încet;
b — conductă ce alimentează mersul în sarcină.

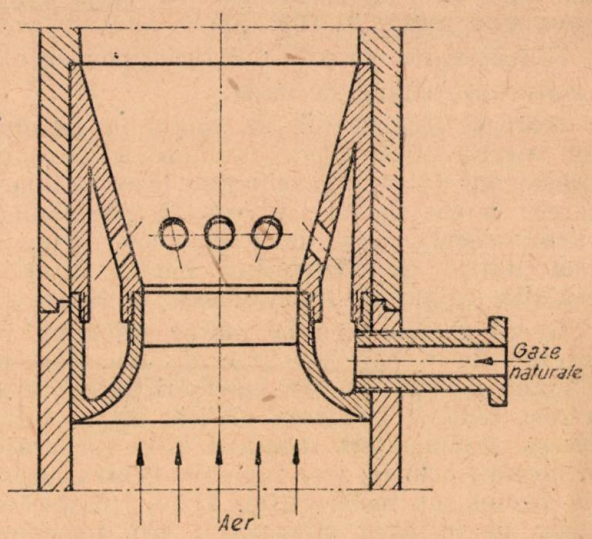


Fig. 7. Amestecătorul de gaz metan realizat prin transformarea difuzorului carburatorului.

Problema alimentării motorului cu gaz metan poate fi rezolvată după cum s-a a-

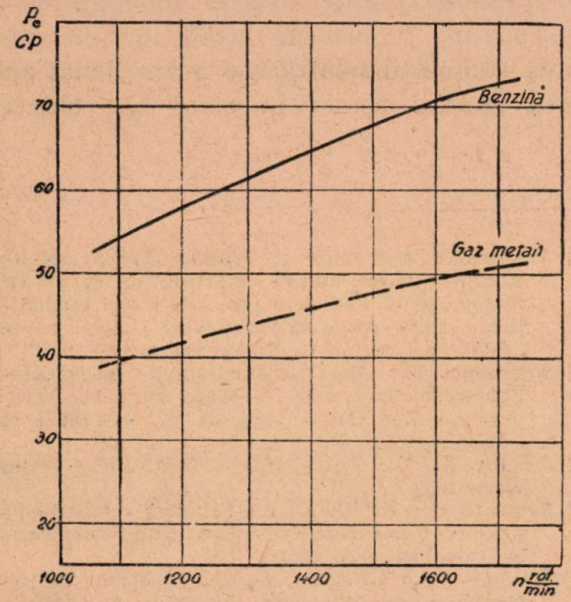


Fig. 8. Caracteristica externă a motorului experimentat, pe benzină şi pe gaz metan.

rătat, relativ uşor; există suficientă experienţă [4] pentru construcţia de echipamente de gaz metan. La luarea unei hotărîri tehnice în această direcţie, în afară de considerentele de micşorare a puterii şi de ridicare a regimului termic discutate, trebuie considerate şi alte aspecte de exploatare [5]:

— influenţa alimentării cu gaz metan asupra durabilităţii motorului; prin lipsa condensării în ulei a fracţiunilor grele, durabilitatea motorului tinde să crească, în timp ce perioada dintre două reparaţii tinde să scadă prin arderile supapelor care se manifestă la funcţionarea cu gaz metan în special la o proastă reglare a momentului de început al arderii;

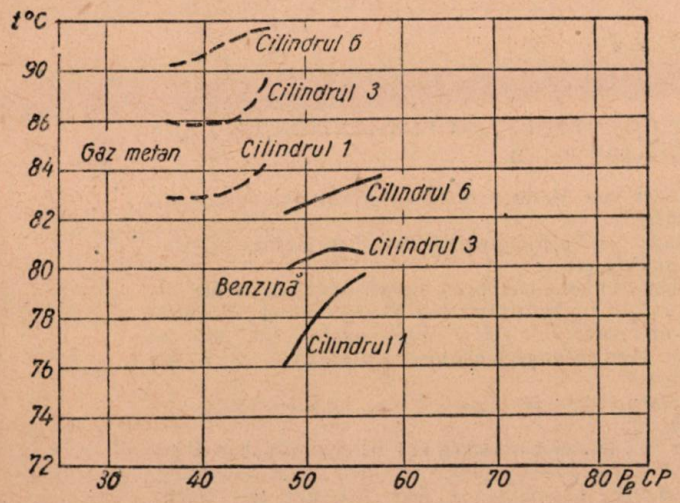


Fig. 9. Variaţia temperaturii sediului bujiei cu puterea desvoltată de motor la funcţionarea cu gaz metan şi cu benzină

— odată cu trecerea la alimentarea cu gaz metan trebuie luate unele măsuri în ceea ce

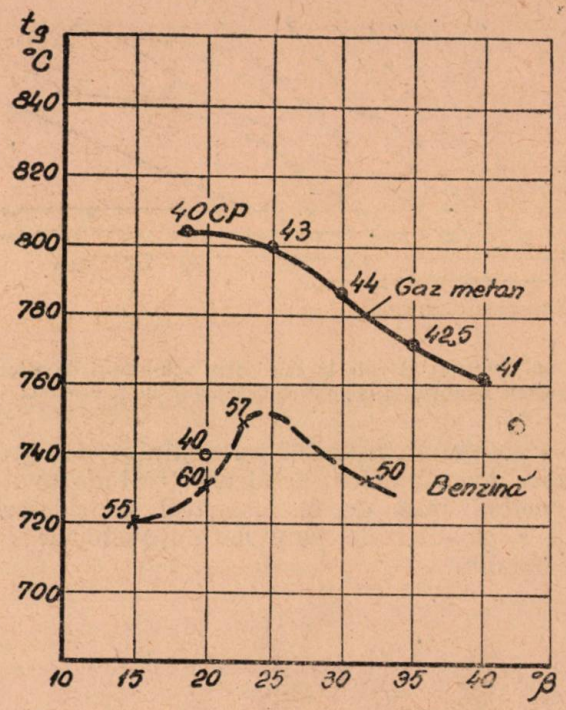


Fig. 10. Influenţa avansului la aprindere asupra puterii şi temperaturii gazelor arse; plină sarcină; n = 1 600 rot/min.

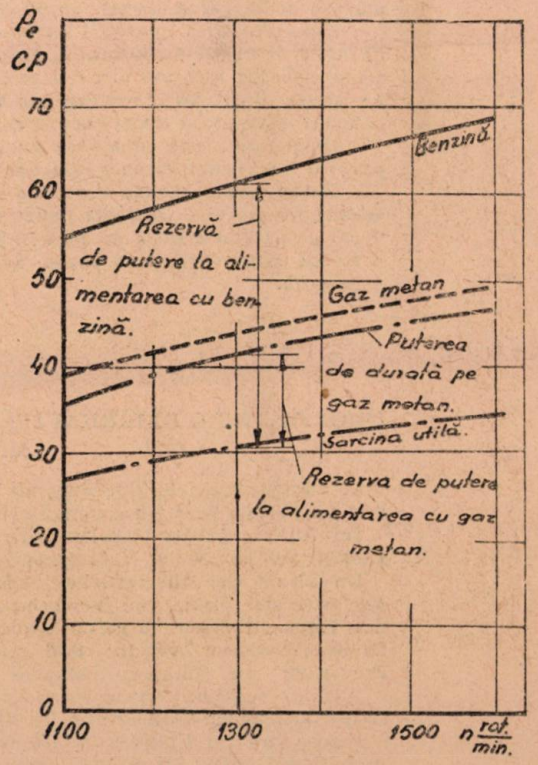


Fig. 11. Variaţia rezervei de putere a motorului de autobus la trecerea de la funcţionarea cu benzină la funcţionarea cu gaz metan.

privește : asigurarea răcirii, modificarea avansului la aprindere, pornirea la rece, ridicarea turației de mers încet și

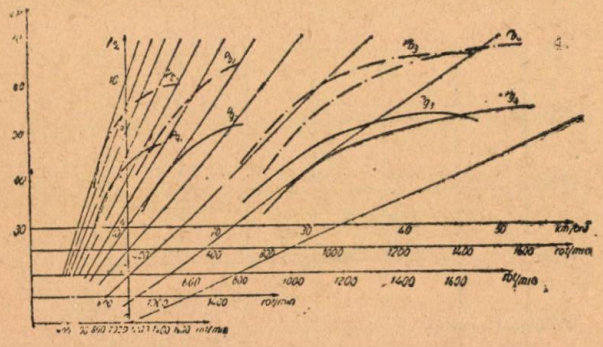


Fig. 12. Puterea la cale în cele patru schimburi de viteză pentru motorul alimentat cu benzină și cu gaz metan.

— problema instruirii personalului și a prevenirii eventualelor accidente trebuie avută în vedere încă de la începutul considerării unei exploatări de parc de autovehicule cu gaz metan.

Privind problema în ansamblu putem spune că există posibilitatea de a trece motoarele cu aprindere prin scînteie la funcționarea cu gaz metan. Problemele legate de înmagazinarea combustibilului gazos poate limita aplicarea gazului metan în tracțiunea terestră.

Bibliografie

[1] *Vasilescu Adrian Călin* și *Pimsner Victor*: Influența dozajelor sărace asupra caracteristicii de putere a motoarelor cu aprindere prin scînteie și combustibil lichid, transformate să funcționeze cu gaze naturale „Studii și Cercetări de Energetică nr. 3—1956".

[2] *Rixmann W.*: Der Leistungsabfall gasgetriebener Fahrzeugmotoren und die Wege zu seiner Verminderung — Z — VDI — Band 81 nr. 47—1937, pag. 1 357.

[3] *Schrürle A.*: Die Gasmaschine — Edit. Julius Springer Viena 1939.

[4] *Samol G. I.* și *Goldblat I. I.*: Folosirea combustibilului gazos pentru motoarele de autovehicul. Gostoptchizdat Moscova-Leningrad 1952.

[5] *Streluikov A.*: Utilizarea gazelor lichefiate în transportul auto — Automobil (1951) nr. 1, pag. 4—7.

* *

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ЗАЖИГАНИЕМ ИСКРОЙ ДЛЯ РАБОТЫ НА ГАЗЕ МЕТАНЕ

Авторы излагают вопрос питания двигателей с зажиганием искрой газом метаном, причем исследуется случай автомобильных двигателей.

Анализируются причины снижения мощности при переходе того же двигателя от питания бензином на метан. Авторы приводят и интерпретируют в свете указанных теоретических выводов ряд опытов, проведенных на стенде Энергетического Института Академии РНР, на двигателе для автобуса с пониженным числом оборотов, с большим об'емом цилиндра и малым соотношением сжатия. Далее описывается упомянутый стенд.

Опыты показали снижение мощности примерно на 30%, а также повышение температуры выхлопных газов двигателя.

Исследуется влияние перехода двигателя на питание газом метаном на его динамические показатели. Авторы приходят к заключению, согласно которому в случае автобуса, передвигающегося по ровной дороге, перемена топлива не влияетла на мощность, но в то же время снижается запас мощности, а следовательно, и динамичекий показатель двигателя.

* *

UMGESTALTUNG DER KRAFTFAHRZEUGMOTOREN MIT FUNKENZÜNDUNG AUF METANGASBETRIEB.

Es wird die Frage der Speisung mit Metangas von Motoren mit Funkenzündung dargestellt, und der Fall der Kraftfahrzeugmotoren studiert.

Im Aufsatz werden eingehend die Gründe des Leistungsabfalls desselben Motors bei Umstellung von Benzin auf Metangasspeisung analysiert.

Im Lichte der theoretischen angegebenen Schlussfolgerungen bringen und besprechen die Verfasser eine Reihe von Versuchen, die auf einen Prüfstand des Energetischen Institutes der Rum. Akademie ausgeführt wurden, und zwar mit einem Autobusmotor von geringer Drehzahl, grossem Zylinder und geringem Verdichtungsverhältniss. Desgleichen wird die Darstellun des Motorenprüfstandes gegeben.

Aus den Versuchen ergeben sich eine Herabsetzung der Leistung von ungefähr 30% und eine Erhöhung der Temperatur der Abgasen.

Ferner wird der Einfluss der Umstellung des Metangasspeisung auf die dynamischen Eigenschaften des Kraftfahrgenges erforscht. Die Verfasser kommen zu der Schlussfolgerung, dass bei einem Autobusmotor die notwendige Leistung von dem Wechsel des Kraftstoffes nicht beeinflusst wird, demgegenüber aber die Reserveleistung und folglich auch die dynamischen Eigenschaften des Motors sich vermindern.

Tipuri noi de cazane de abur în U.R.S.S.

Conf. I. A. BADEA și ing. GH. COLȚ

Se indică dinamica de creștere a producției și a caracteristicilor cazanelor de abur, datele constructive ale cazanelor nou proiectate și se descriu cîteva tipuri în fabricație în actualul cincinal în U.R.S.S.

In planul de dezvoltare a instalațiilor energetice din U.R.S.S. se prevede, în cadrul construirii de centrale termoelectrice, adoptarea parametrilor supraînalți și supracritici și mărirea puterii unitare instalate în grupuri, în vederea realizării unor randamente optime. In acest scop, se studiază și se experimentează echipamente de diferite caracteristici, ca turbine și cazane de abur.

In cadrul acestui articol se vor prezenta cîteva din tipurile de cazane din programul de construcție de agregate din Uniunea Sovietică din actualul cincinal.

Dinamica de dezvoltare a construcției cazanelor de abur

Pentru realizarea programului energetic prevăzut în cincinalul actual de dezvoltare a economiei naționale a U. R. S. S., a fost necesar să se dezvolte și construcția de cazane de abur.

Pentru a se ilustra acest lucru, se dă în tabela de mai jos dinamica creșterii producției cazanelor de abur de debit mare, construite de uzinele constructoare din U. R. S. S. [1].

Anul	1940	1955	1960
Creșterea producției, %	100	678	1285 *)

Pînă în ultimii ani, se produceau în serie, pentru centralele electrice, cazane de abur la parametri medii (39 ata, 450° C) și înalți (100 ata, 510°C) de debite pînă la 230 t/h.

In anul 1949, s-a pus în exploatare la Institutul Termotehnic Unional un cazan de abur cu circulație forțată de debit mic (12 t/h), la parametrii supracritici de 300 at, 600°C. Rezultatele obținute din exploatarea timp de 6 ani a acestui agregat au permis să se treacă la construirea de unități de debite mari [2]. In anii 1954 — 55 s-a întocmit proiectul cazanului de abur cu circulație forțată, cu un debit de 640 t/h, cu parametrii supracritici (230 at, 610°C).

Primele cazane de abur cu parametri critici de debit mare (300 t/h) de tipul cu trecere forțată, au fost prevăzute pentru echiparea cu un ciclu suprapus a centralelor existente de parametri medii.

Pînă la sfîrșitul acestui cincinal se prevede să se construiască agregate bloc cu o putere unitară de 300 MW, la parametrii de 300 ata, 650°C [2].

De asemenea, în acest cincinal se vor construi agregate bloc, la parametrii 230 at, 610°C, cu cazane de abur de debit de 680 t/h. Cu aceiași parametri se va face și modernizarea centralelor de parametri medii, prin suprapunerea de cicluri înaintașe [2].

In tabela de mai jos se arată cum au evoluat în timp debitele unitare maxime și parametrii cazanelor de abur din U. R. S. S., începînd cu anul 1940 [1].

Anul	1940	1955	1960
Debitul maxim al cazanului, t/h	160	300	900
Presiunea maximă a aburului la ieșire din supraîncălzitor, at	31,5	215	310
Temperatura maximă a aburului supraîncălzit, °C	425	575	660

Pentru realizarea planului de construcție de cazane, cu alte caracteristici decît cele existente, s-au întocmit și aprobat pînă în prezent proiecte pentru agregate noi și pentru modernizarea cîtorva din tipurile existente. Aceste proiecte au fost întocmite de fabricile constructoare singure, sau în colaborare cu Institutul Central de Cazane și Turbine (ȚKTI)

Obs. *) valoare planificată

Caracteristicele cazanelor de abur nou proiectate sau modernizate

Tabela 1

Nr. crt.	Tipul	Debitul maxim t/h	Parametrii aburului supraîncălzit: Presiune ata	Parametrii aburului supraîncălzit: Temperatura °C	Temperatura de supraîncălzire intermediară °C	Felul Combustibilului	Observații
A Cazane cu circulație naturală							
1	BKZ—50—39—FB	50	39	450	—	Cărbune de piatră, cărbune brun și turbă	Tip unificat pt. 50 t/h și 75 t/h cu livrare în blocuri în proporție de 90%; tip rezultatdin modernizarea cazanelor PK 19 și PK 20
2	PK — 25	110	100	540	—	cărbune brun	
3	BKZ — 170	170	100	540	—	cărbune de piatră	Tip nou, cu focar ciclon și livrare în blocuri
4	TP — 270	270	140	570	540	cărbune de piatră sau cărbune brun	Tip nou
B Cazane cu circulație forțată							
5	PK—27—78—SP	160	101	540	—	Cărbune brun	Rezultate din modernizarea cazanelor 67—SP, și 67—4 SP prin mărirea suprafeței supraîncălzitorului
6	PK—28—80—SP	220	101	540	—	Cărbune brun	
7	PK—24—82—SP	270	140	570	540	Cărbune brun, sau cărbune de piatră	Tip nou
8	PK—26—81— SP	260	185	590	540	Cărbune de piatră	Proiectat prin folosirea la maxim a cazanului 68—SP—300/215

In tabela 1 de mai sus se dau caracteristicile principale ale acestora [3].

Caracteristici a cîtorva tipuri de cazane noi

In cele ce urmează se dau caracteristicile cîtorva cazane de tip nou, care se fabrică în prezent în U. R. S. S.

a. *Cazanul de abur cu circulație forțată PK-12.*

Acest cazan este construit de uzina „SERGO ORDJONIKIDZE" din Podolsk după proiectul întocmit de uzină în colaborare cu ȚKTI.

Echiparea centralelor termoelectrice cu cazane de abur PK-12, în comparație cu cazane la parametri 100 ats și 510° C dă posibilitatea să se reducă consumul specific de combustibil cu 12%.

Suprapunînd un ciclu înaintaș, format din două cazane de abur PK-12 și un grup turbogenerator cu contrapresiune de 50 MW, la o centrală cu parametri medii (32 ata, 415°C), se realizează o economie de combustibil de cca 12,8%.

Mai jos se dau caracteristicile tehnice ale acestui cazan [1].

Caracteristicele tehnice ale cazanului

Debitul de abur, în t/h	260/300
Presiunea aburului la ieșirea din supraîncălzitor în ata	215
Temperatura aburului la ieșirea din supraîncălzitor, în °C	575
Presiunea aburului la intrarea în supraîncălzitorul intermediar, în ata	32,5
Temperatura aburului la ieșirea din supraîncălzitorul intermediar, în °C	415
Presiunea apei în conducta principală de alimentare, în at	250
Dimensiunile de gabarit ale cazanului, în m:	
— lățimea frontală	11
— adîncimea	17
— înălțimea	30,5
Greutatea metalului cazanului, în t	1010
Consumul de combustibil orar, în t/h	61
Randamentul (brut), în %	91,9
Temperatura gazelor de ardere la ieșire, în °C	150
Combustibil folosit	cărbune brun
Volumul focarului, în m³	1860
Temperatura gazelor de ardere la ieșirea din focar, în °C	1060

Caracteristicele echipamentului auxiliar

Mori cu puţ (4 bucăţi):
— debit, în t/h . . . . . 4 × 19
— puterea instalată a motorului electric de antrenare, în kW. . . . . 4 × 230
Ventilatoare de gaze de ardere:
— debit, în m³/h . . . . . 2 × 275 000
— presiunea totală, în mm col. apă. . . 390
— puterea instalată a motorului electric de antrenare, în kW . . . . . 2 × 490
Ventilatoare de aer (2 bucăţi):
— debit, în m³/h . . . . . 2 × 170 000
— presiunea totală, în mm col. apă. . . 410
— puterea instalată a motorului electric de antrenare în kW . . . . . 2 × 290

Pentru reducerea temperaturii în focar la 1060°C sînt montate în partea superioară a

perioară a preîncălzitorului de aer, amplasată între supraîncălzitorul intermediar de abur şi economizor.

Alimentarea cazanului se face cu condensat.

În fig. 1 se dă schema cazanului.

Ţevăria sub presiune mare a cazanului este fabricată din oţeluri aliate. La temperaturi foarte înalte se foloseşte oţel austenitic, iar la temperaturile de 400—500°C aliaje slabe de oţel perlitic, crom-molibden şi crom-molibden-vanadiu.

b. *Cazanul de abur cu circulaţie naturală TP-230-B*

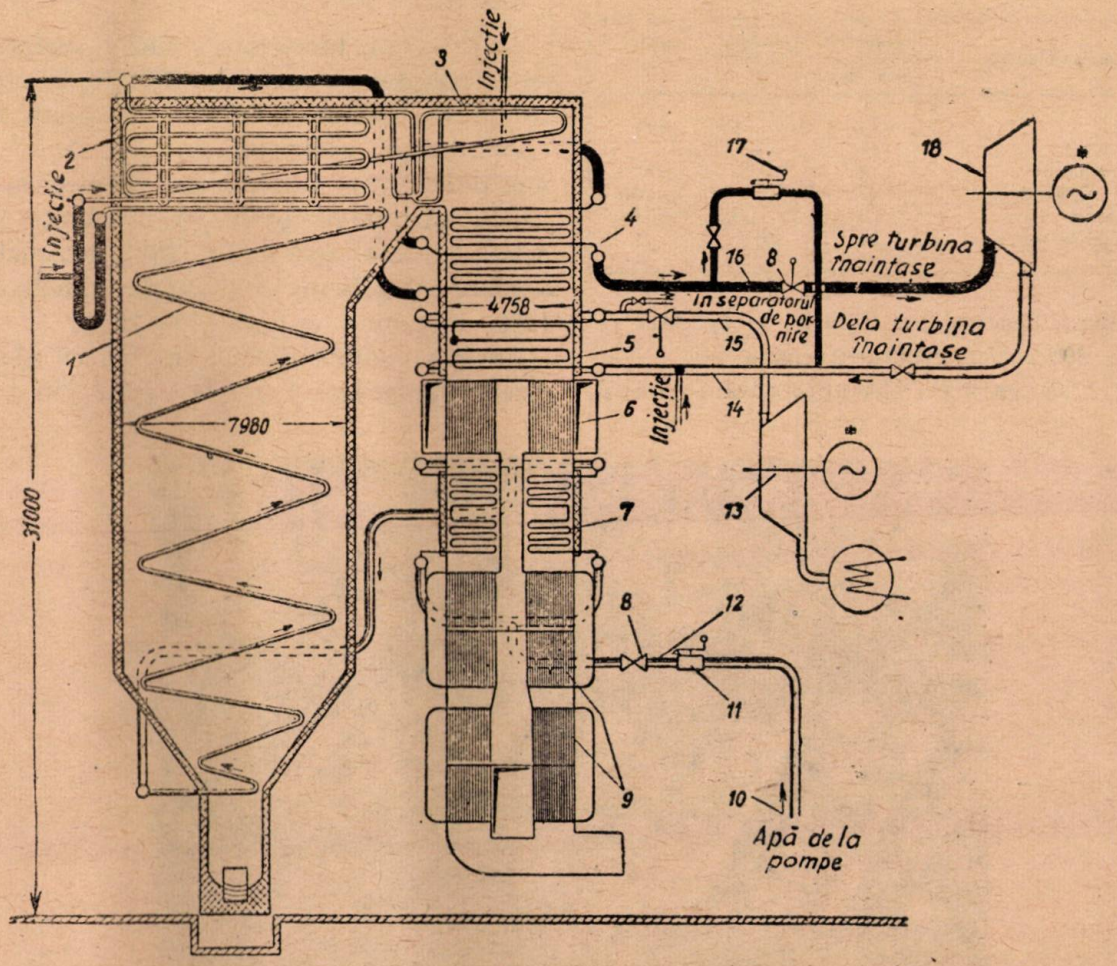


Fig. 1 — Schema cazanului PK-12

1 — suprafaţă de radiaţie în focar; *2* — ecran cu radiaţie pe două feţe; *3* — ecran superior; *4* — supraîncălzitor, prima treaptă; *5* — supraîncălzitor intermediar; *6* — preîncălzitor de aer superior; *7* — economizor de apă; *8* — armătură; *9* — preîncălzitor de aer inferior; *10* — pompă de alimentare; *11* — ventil de reglare diferenţial; *12* — turbopompă; *13* —turbină de medie presiune; *14*—conductă de abur intermediar; *15* — conductă de abur spre turbina de joasă presiune; *16* — conductă de abur viu; *17* — instalaţie de răcire cu reglare automată; *18* — turbină înaintaşă.

acestuia patru ecrane cu radiaţie pe două feţe, alcătuind partea întîia a supraîncălzitorului de abur.

Combustibilul este uscat în mori cu aer încălzit la temperatura de 400°C în partea su-

Acest cazan este construit de uzina „KRASNII KOTELŞCIK" din Taganrog.

Spre deosebire de tipul asemănător TP-230, acest cazan este prevăzut pentru arderea unei game largi de combustibili, începînd de

la antracit şi cărbune de piatră, pînă la cărbuni bruni cu umiditate mare.

De asemenea, acest agregat se livrează de către uzină în blocuri asamblate, lucru care asigură reducerea timpului de montaj de la 3 luni la 24 zile.

Impărţirea cazanului pe blocuri asamblate se face în aşa fel, încît, pe de o parte să se respecte cerinţele de transport pe calea ferată, iar pe de altă parte aceste piese să poată fi manevrate cu instalaţii de ridicare folosite curent.

In tabelul de mai jos se dă împărţirea pe blocuri a pieselor mai principale ale cazanului.

Denumirea blocului	Numărul de blocuri ale unui cazan	Greutatea unui bloc t	Forma blocului
Ecrane	14	12 — 13	plat
Tavan focar	4	4	„
Supraîncălzitor	8	7—8	paralelipipedic
Răcitor de abur	2		
Economizor	6	12—23,5	cubic
Preîncălzitor aer	24	10	„

Greutatea asamblelor livrate în blocuri reprezintă 90% din greutatea cazanului.

In fig. 2 se arată un bloc al ecranului frontal.

Un astfel de bloc poate fi transportat pe două platforme de cale ferată.

In cele ce urmează se dau caracteristicile mai importante ale cazanului TP-230-B.

Debitul de abur, în t/h	230
Temperatura aburului supraîncălzit, în °C	510
Presiunea aburului în tamburul cazanului, în ats	110
Presiunea aburului după ventilul de închidere rapidă a turbinei, în ats	100
Temperatura apei de alimentare, în °C	215
Temperatura gazelor de ardere la ieşire, în °C	127—155
Temperatura aerului încălzit, în °C	381—400
Randamentul cazanului, în %	87,2—89,6
Greutatea părţii metalice a cazanului, în t.	899
Rezistenţa totală în drumul gazelor, mm col. apă	165—210

Se menţionează că pentru unele valori, în tabela de mai sus se dau două limite, în funcţie de natura combustibilului.

c. *Cazanul de abur cu circulaţie naturală TP-230 cu sistem individual de pregătire a cărbunelui praf* [1].

Acest cazan, proiectat de ŢKTI „Polzunov", este o adaptare a cazanului TP-230, în vederea arderii cărbunilor bruni cu umiditate mare.

Construcţia cazanului permite să se realizeze randamente foarte bune, chiar şi în cazul arderii cărbunilor bruni cu umiditate mare. Astfel, la umiditatea de 12—15%, economia de combustibil este de 5%, iar la umiditate de 45%, economia este de 10—12%.

Uscarea combustibilului se face cu ajutorul gazelor de ardere luate la eşirea din cazan, în instalaţia individuală de pregătire a cărbunelui praf.

In fig. 3 se dă schema instalaţiei cazanului cu sistemul individual de pregătire a prafului de cărbune.

Uscarea cărbunelui are loc în moară, unde se aduc gazele de ardere, care în prealabil

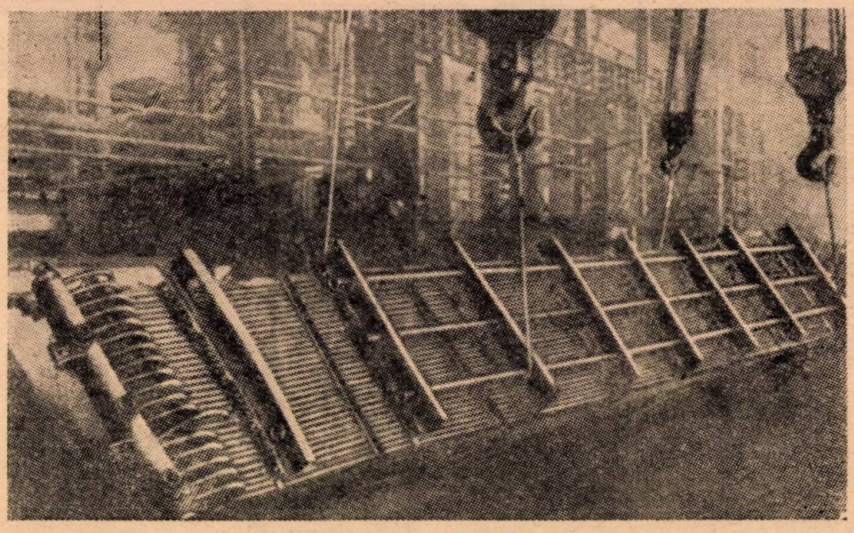


Fig. 2 — Blocul ecranului frontal al cazanului TP-230-B

sînt curăţate în filtrele de cenuşă. Amestecul de cărbune praf-gaze de ardere din moară este trecut în captorul de praf 8, unde se reţine 99-99,5% din cantitatea de cărbune din amestec. De aci cărbunele praf este trimis în buncărul de cărbune praf 9, iar gazele sînt evacuate la coş.

Prin acest sistem de preparare a prafului de cărbune se realizează o reducere a temperaturii gazelor evacuate la coş, de la 160 — 190°C, la 60-75° C.

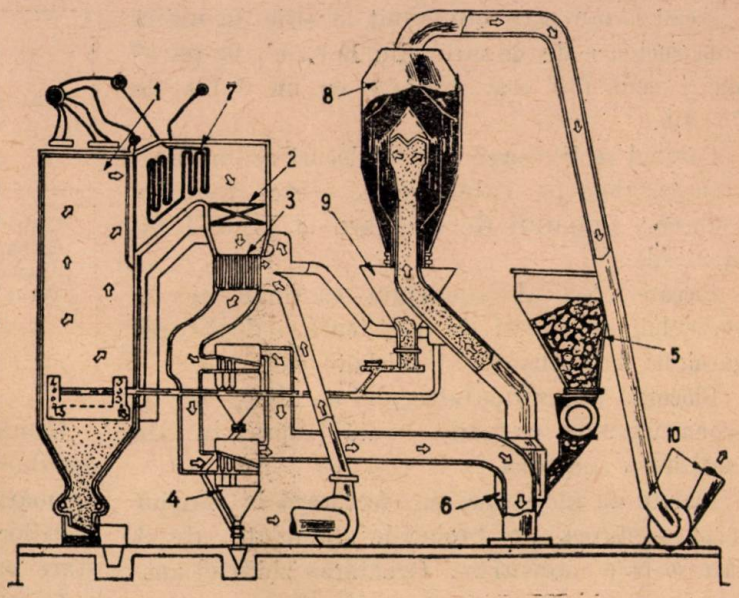


Fig. 3 — Schema instalaţiei de pregătire a prafului de cărbune la cazanul TP-230

1 — cazan de abur; *2* — economizor; *3*— preîncălzitor de aer; *4* — filtru de cenuşă; *5* — buncăr de cărbune brut; *6* — moară cu puţ; *7*— supraîncălzitor de abur; *8*— captor de praf în două trepte; *9*—buncăr de praf; *10* — ventilator de coş.

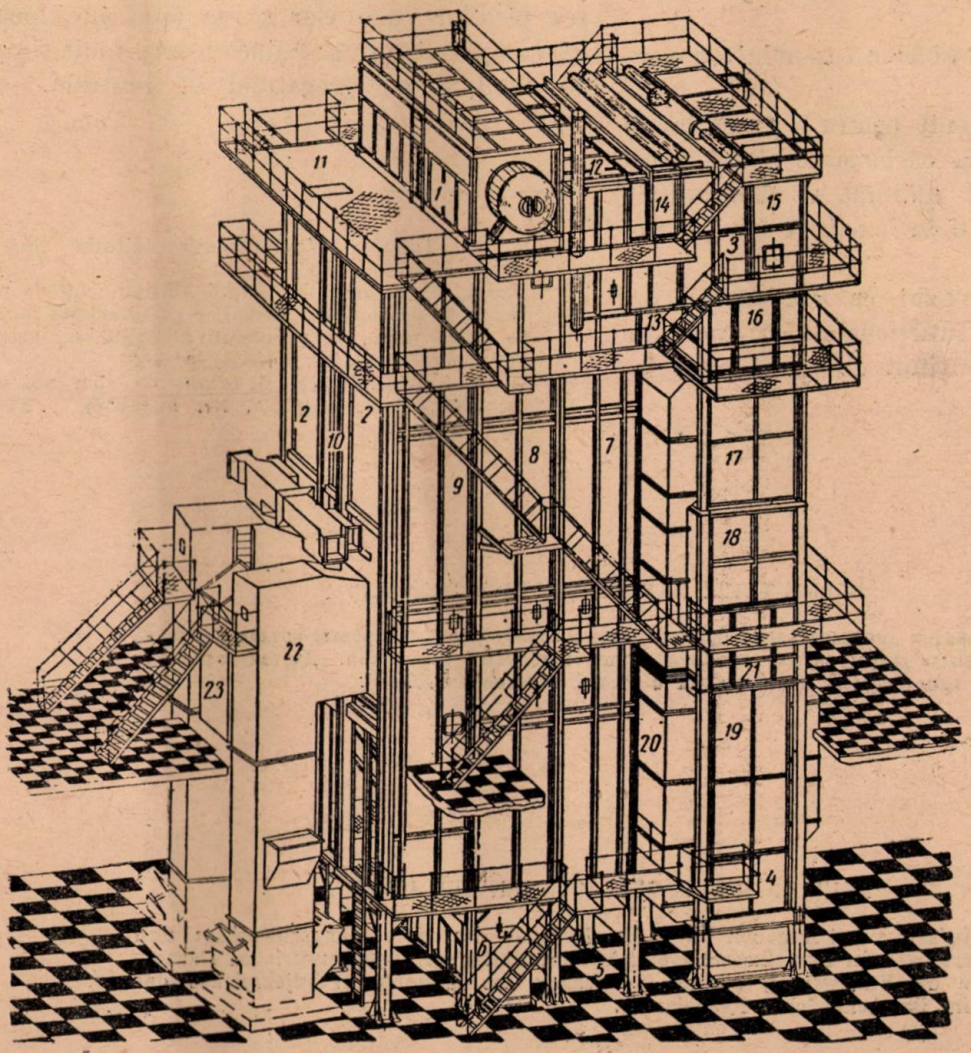


Fig. 4 — Aşezarea blocurilor la cazanul de abur BKZ-75-39-FB

1 — blocul tamburului; 2-blocurile pereţilor frontali ai focarului; 3 — blocul de spate al supraîncălzitorului de abur; 4 — blocul inferior al preîncălzitorului de aer; 5 — suportul focarului; 6 — puţul de zgură; 7 — blocul de spate la peretelui din dreapta focarului; 8 — blocul mediu al peretelui din dreapta al focarului; 9 — blocul de faţă al peretelui din dreapta focarului; 10 — blocul mediu al peretelui frontal al focarului; 11 — blocul de faţă al platformei focarului; 12 — blocul din spate al plafonului focarului; 13 — panoul înclinat de sub supraîncălzitorul de abur; 14 — blocul din faţă al supraîncălzitorului; 15 — blocul camerei de gaze; 16 — blocul superior al economizorului; 17 — blocul superior al preîncălzitorului de aer; 18 — blocul mediu al economizorului; 19 — partea medie a preîncălzitorului de aer; 20 — canalele de aer; 21 — blocul inferior al economizorului; 22 — puţurile morilor; 23 — arzătoarele

d. *Cazanul de abur cu circulaţie naturală BKZ-75-39-FB*

Observaţie. Blocurile mediu, din stînga şi din dreapta pereţilor din spate ale focarului, blocurile din spate, mediu şi de faţă ale peretelui stîng al focarului, precum şi suspensiile tavanului focarului nu sînt arătate în desen, deoarece se află în interiorul focarului.

Acest cazan este construit în serie de uzina constructoare de cazane din Barnaul, la parametri medii (39 ata, 450° C), cu un debit de 75 t/h.

Cazanul se livrează în 27 blocuri asamblate, transportabile pe cale ferată, ceeace permite reducerea timpului de montare de la 3 luni, la 21 zile.

Fiecare bloc al focarului cuprinde ţevile ecranului, scheletul de rezistenţă şi legătură, garnituri de etanşare şi celelalte piese.

Blocurile supraîncălzitorului de abur, aer şi economizorului cuprind toată suprafaţa de încălzire a acestora.

Inainte de montare, se efectuează la şantier înzidirea direct pe blocurile asamblate, după care se face montarea. Greutatea zidăriei astfel executate reprezintă 80% din greutatea totală a zidăriei

In fig. 4 se dă o vedere a cazanului cu aşezarea blocurilor.

Cazanul este construit pentru o gamă largă de combustibili, de la cărbune de piatră pînă la turbă. In tabelul alăturat se dau indicii economici ai cazanului în funcţie de felul combustibilului.

Cazanul fiind prevăzut cu trei trepte de vaporizare permite funcţionarea cu apă de alimentare cu un conţinut de săruri pînă la 200 mg/l.

Felul combustibilului	Caracteristicile combustibilului			Indici economici	
	Putere calorifică kcal/kg.	Cenuşe %	Umiditate %	Temperatura de eşire a gazelor °C	Randament brut %
Cărbune de piatră	5030	28,2	6,0	135	92,0
Cărbune brun	2540	23,6	32,5	150	88,0
Antracit mărunt	5710	20,4	7,0	135	87,0
Turbă frezată	2030	5,5	50,0	170	85,0

Concluzii

Urmărind dinamica de construcţie de cazane de abur în U. R. S. S. se constată tendinţa de mărire a debitului unitar şi ridicarea parametrilor aburului şi depăşirea mărimilor de stare critică.

De asemenea se constată tendinţa ca livrarea pieselor cazanelor să se facă în blocuri, ceea ce permite să se reducă foarte mult timpul de montare a agregatului în centrală.

Bibliografie

1]. — * * *. Tiajoloe Maşinostroenie (Kratki Spravocinik), Moscova, 1956

[2]. — *Rakov, K. A. Krol*, Varavitkii, Birman : Citeva probleme de proiectare a cazanelor cu circulaţie forţată de debit mare, la parametrii aburului supracritici Teploenerghetica, Nr. 8 (1956), p. 3-10

[3]. — *Suher, S. M.* : Proiecte de cazane de abur noi modernizate. Teploenergetica, Nr. 8 (1956), p. 54-57.

* *

НОВЫЕ ТИПЫ ПАРОВЫХ КОТЛОВ В С.С.С.Р.

Описывается динамика роста производства и характеристик паровых котлов и даются конструктивные данные вновь проектируемых котельных агрегатов. Дается описание нескольких типов котлов, построенных в этой пятилетке в С.С.С.Р.

* *

NEUE DAMPFKESSELSARTEN IN DER USSR

Der Aufsatz bringt Angaben über die Dynamik des Herstellungszuwachses und die Charakteristiken der Dampfkessel, bauliche Einzelheiten der neu entworfenen Dampfkessel, sowie die Beschreibung einiger im Rahmen des laufenden Fünfjahrplanes der USSR sich im Bau befindlichen Kesselarten.

Consideraţii asupra unei terminologii corecte pentru cîteva elemente ale cazanelor de abur

Ing. CONSTANTIN Gr. IONESCU

Pe baza examinării funcţionale a cîtorva elemente ale cazanelor de abur, în articolul de faţă, care se publică în vederea discuţiei, se recomandă folosirea corectă a termenilor corespunzători.

Una din problemele care trebuie urmărită cu cea mai mare atenţie în tehnică, este folosirea unei terminologii corecte. Termenii folosiţi trebuie ca, pe de o parte, să reflecte fidel noţiunea sau funcţiunea corespunzătoare, iar pe de altă parte, să aibă o întrebuinţare cît mai largă în cercul tehnicienilor.

Intre termenii întîlniţi la instalaţiile de producere a aburului se menţionează aceia

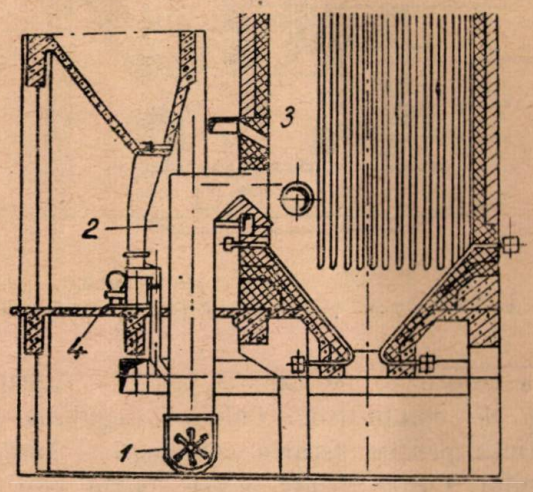


Fig. 1. Focar cu moară cu puţ :
1—moară cu ciocane oscilante; *2*—puţ; *3*—focar; *4*—platforma de deservire a agregatului de cazan

de : turn, puţ şi antefocar, care nu sînt folosiţi în mod corespunzător. Pentru precizarea lor se examinează din punct de vedere funcţional, în cadrul acestui articol, cele trei elemente ale cazanelor de abur, trăgînd concluzii asupra domeniului corect de utilizare a denumirilor corespunzătoare.

Pentru definirea celor trei noţiuni se consideră patru focare diferite : un focar cu moară cu puţ (fig. 1), cu antefocar (fig.2), cu turn şi grătar înclinat (fig. 3) şi cu turn şi grătar rulant (fig. 4).

După cum se cunoaşte, moara de cărbune este o maşină de lucru folosită pentru fărîmarea fină a cărbunilor, iar focarul este acea parte din cazan, în care se produce arderea combustibilului [1].

Antefocarul este o cameră anterioară focarului, în care are loc uscarea şi arderea prealabilă a combustibilului (fig. 2).

Puţul se defineşte ca un canal care este folosit pentru transportul şi separarea combustibilului, aşa cum se întîlneşte la morile cu ciocane oscilante.

Turnul este în schimb un canal pentru transportul şi uscarea prealabilă a combustibilului.

1. Cazanele de abur cu puţ, antefocar şi turn

In fig. 1 este reprezentată schema unui

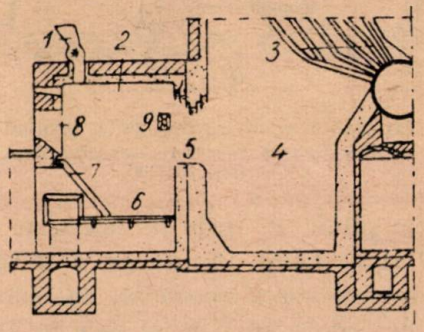


Fig. 2. Focar cu antefocar :
1—de la buncăr; *2*—antefocar; *3*—fascicol de ţevi; *4*—focar; *5*—canal de legătură; *6*—grătar plan; *7*—grătar înclinat *8*—uşa focarului : *9*—fereastră de control

focar cu moară cu puţ. Combustibilul trece prin buncăr în moara *1*, unde este măcinat, apoi este transportat prin puţul *2* în focarul *3* unde arde. Puţurile sînt utilizate pentru a lega morile cu ciocane oscilante, care fac parte din categoria morilor rapide de şoc, cu focarele în care se arde cărbunele pulverizat. In acest caz, puţul are funcţiile de separator gravitaţional, conductă de transport a prafului şi element de legătură între focar şi moară. Moara este instalată în sala colectorului de cenuşă, la aceeaşi cotă cu planşeul sălii condensatoarelor turbinelor. Platforma de deservire a agregatului de cazan este aşezată la un nivel superior faţă de moară. Puţul

este prevăzut cu trepte pentru revizie, care permit coborîrea în el a fochistului de pe platforma de deservire a agregatului de cazan. În puț, acțiunea de separare a combustibilului este efectuată prin gravitație simplă, prin cotire sau prin rotire cu 180°, sau cu ajutorul unor jaluzele.

Particulele de cărbune separate se întorc înapoi în moară. Temperatura amestecului, la ieșirea din puț, variază între 50 — 70°C.

In fig. 2 este reprezentat antefocarul și focarul unui cazan de abur. Combustibilul

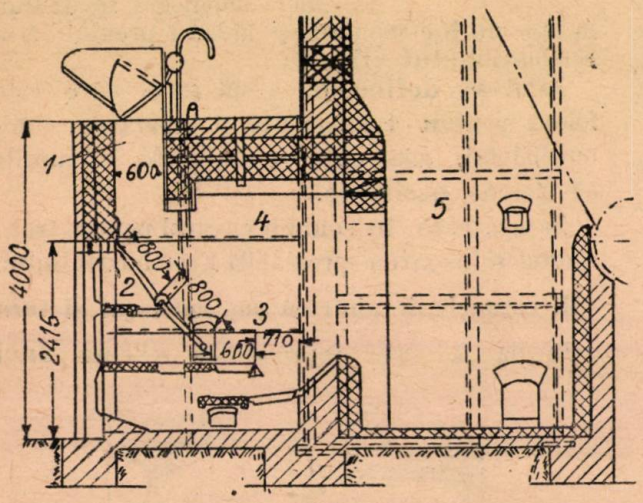


Fig. 3. Focar cu turn și grătar înclinat:
1—turn; 2—grătar înclinat; 3—grătar plan pentru arderea completă; 4—camera focarului

intră prin pîlnia *1*, arde în antefocar pe grătarele *7* și *6*. Cînd în camera *4* se aduce o parte sau tot aerul secundar, ea constituie o cameră de ardere în care se arde în suspensie restul combustibilului venit din antefocar.

In caz contrar, camera *4* are numai rolul unui canal de gaze, iar camera *2*, rolul de focar.

Antefocarul face parte din instalațiile de ardere a combustibilului. In aceste antefocare are loc uscarea completă a cărbunelui și arderea lui prealabilă, sau gazeificarea activă a lui. In acestea este insuflat aerul primar și o parte din aerul secundar.

In fig. 3 este reprezentat un focar cu turn și grătar înclinat pentru arderea lemnelor. Combustibilul intră prin turnul *1*, arde pe grătarele *2* și *3* în camera *4* a focarului, apoi trece în camera *5*. Aceasta poate constitui a doua treaptă de ardere cînd se instalează aici insuflarea secundară, sau poate avea, în caz contrar, rolul unui simplu canal de gaze, ocarul fiind constituit din camera *4*.

In fig. 4 este reprezentat un focar cu turn și grătar rulant. Combustibilul intră prin turnul *1* în antefocarul *2* unde are loc uscarea completă și aprinderea lui, apoi arde în camera *4* de ardere. Dacă insuflarea secundară se face parțial în camera *5*, aceasta este o cameră de ardere și în ea este localizată o treaptă de ardere. In caz contrar, camera *5* are numai rolul unui canal de gaze. Caracteristic la focarele cu turn și grătar rulant este faptul că spațiul *2* de sub turn, separat de focar prin niște grinzi răcite cu apă, conține

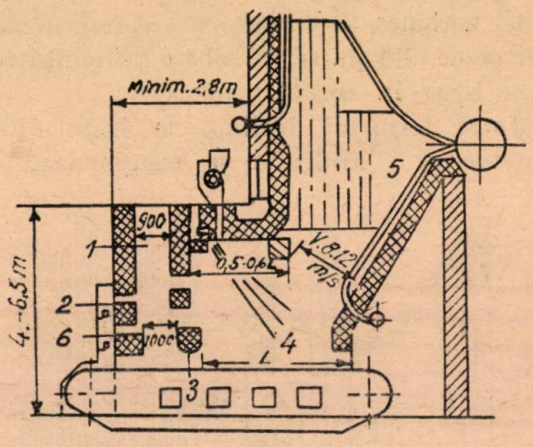


Fig. 4. Focar cu turn și grătar rulant:
1—turn; 2—antefocar; 3—grinzi de fontă răcite cu apă; 4—focar

niște trepte *6*, pe care se arde o cantitate mică de combustibil. Căldura degajată este utilizată pentru uscarea completă a combustibilului. Ca și turnul, acest spațiu este alimentat cu aer preîncălzit. In consecință, spațiul *2* are rolul de antefocar.

Turnul este deci un canal pentru transportul și uscarea combustibilului, care leagă buncărul de combustibil de focar sau antefocar. El este amplasat deasupra grătarului, care se găsește în dreptul cotei planșeului de deservire a agregatului de cazan Focarele cu grătar și turn sînt, după cum am văzut, de două feluri: cu grătar înclinat sau în scară și cu grătar rulant.

2. Analiza funcțională a celor trei elemente ale cazanelor de abur

Procesul de ardere poate avea loc în focare, în mod curent, în una pînă la două trepte. Aceste trepte pot fi sau nu delimitate constructiv. Treapta a doua de ardere este caracterizată

prin faptul că, în spaţiul respectiv, se face o insuflare de aer secundar.

In cazul focarului reprezentat în fig. 1, treptele de ardere nu sînt delimitate constructiv, ambele fiind situate în focarul cazanului.

In cazul focarelor din fig. 2 şi 3, arderea poate avea loc într-o singură treaptă, numai în camerele *2* şi *4* şi în acest caz, aceste camere constituie focarele cazanelor.

In cazul cînd arderea are loc în două trepte, fiind prevăzută o insuflare secundară în camerele următoare *4* şi *5*, aceste camere constituie focarele propiu zise, iar camerele anterioare *2* şi *4* în care are loc arderea prealabilă, se numesc antefocare. Numărul treptelor de ardere poate fi mai mare ca două.

După cum s-a arătat, în cazul focarului reprezentat în fig. 4, în spaţiul *2*, alimentat cu aer preîncălzit, arde o mică cantitate de combustibil şi căldura degajată prin aceasta este utilizată pentru uscarea restului de combustibil. Deci acest spaţiu are rol de antefocar, camera următoare *4* avînd rolul de focar.

Diferenţa între puţ şi turn constă în caracteristicile lor funcţionale. Pe cînd puţul are rolul numai de separator, în vederea obţinerii unei anumite granulaţii a combustibilului introdus în focar, turnul are rolul de instalaţie de uscare prealabilă a combustibilului. Ambele au şi rolul de canale de transport. Pe cînd puţul este amplasat sub nivelul platformei de deservire a agregatelor de cazane, turnul este amplasat deasupra acestui nivel.

Focarele cu puţ pentru cărbuni umezi sînt prevăzute în plus şi cu un turn în care are loc uscarea prealabilă a cărbunilor înainte de a intra în moară. In acest caz, puţul îşi menţine funcţia de instalaţie de separare şi transport a combustibilului în focar.

3. Concluzii

In cele de faţă s-au arătat funcţiunile pe care le îndeplinesc elementele puţ, turn şi antefocar. Puţul are rolul de separator de cărbune pulverizat şi de canal de transport, iar turnul are rolul de instalaţie de uscare şi de canal de transport. Antefocarul este o cameră sau un spaţiu în care are loc completarea uscării combustibilului şi în care este situată prima treaptă de ardere.

Dacă se ţine seama de funcţiunea pe care elementul respectiv o are în instalaţia de producere a aburului, nu se mai pot produce confuzii în folosirea corectă a celor trei noţiuni aci examinate.

Bibliografie

[1] * * * Lexiconul Tehnic Romîn.
[2] *V. P. Romadin*: Prepararea prafului de cărbune, vol. II, Editura Energetică de Stat, 1955, Bucureşti.
[3] *G. F. Knorre*: Procese de ardere în focare, Editura Energetică de Stat, 1955, Bucureşti.
[4] *P. N. Chendiş I. C. Barstein*: Focare pentru arderea combustibililor locali, Editura Energetică de Stat, 1954, Bucureşti.
[5] * * * Instalaţii termoenergetice de putere medie şi mică vol. I, Indreptar, Editura Energetică de Stat, 1955. Bucureşti.

* *

СООБРАЖЕНИЯ В СВЯЗИ С ПРАВИЛЬНОЙ ТЕРМИНОЛОГИЕЙ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ УЗЛОВ ПАРОВЫХ КОТЛОВ

На основе функционального исследования некоторых узлов паровых котлов, в настоящей статье, публикуемой с целью ее обсуждения, рекомендуется правильное использование соответствующих терминов.

* *

BETRACHTUNGEN ÜBER EINE KORREKTE TERMINOLOGIE EINIGER DAMPFKESSELELEMENTE

Auf Grund der funktionnellen Prüfung einiger Dampfkesselelemente empfiehlt der Aufsatz, der zwecks Besprechungen veröffentlicht wird, die korrekte Anwendung der entsprechenden Terminologie.

Transformator hidroenergetic pur

Prof. Dr. Ing. DORIN PAVEL
Laureat al Premiului de Stat.

Se trece în revistă stadiul actual şi tendinţele de dezvoltare ale transformatoarelor hidroenergetice (centrale cu acumulare prin pompare) şi se insistă asupra celor mai noi încercări cu grupuri transformatoare pure, numite impropriu „turbine-pompe". Se arată dezavantajele acestor noi maşini hidraulice şi se fac propuneri pentru două maşini transformatoare noi, cu dublu reglaj, care dau randamente foarte mari, cu toate că vor reveni cu circa 40% mai ieftine ca grupurile obişnuite folosite pînă în prezent.

Soluţia curentă

Problema acumulării energiei electrice prin intermediul transformatoarelor hidroenergetice a fost tratată în diferite publicaţii [1], astfel că este suficientă reamintirea felului cum s-a rezolvat pînă acum problema.

Transformatorul hidroenergetic The primeşte la „*primar*" energie electrică excedentară foarte ieftină şi o transformă, pe cale hidromecanică, astfel că la „*secundar*" să rezulte o energie de vîrf, acumulată (la robinet), foarte preţioasă. Cu alte cuvinte „Staţia The" înobilează energia pe calea acumulării ei şi a repartizării în spaţiu şi timp, după nevoile graficului de consum a sistemului energetic.

Deşi soluţia curentă a problemei este principial una singură, staţiile The se realizează după multe scheme şi tipuri constructive.

1. *Staţia The alăturată unei centrale termoelectrice*, constituie soluţia cea mai frecventă, fiind la ora actuală în funcţie peste o sută de asemenea instalaţii pe glob. O centrală termoelectrică fără The, trebuie să funcţioneze cu vîrfuri de putere dimineaţa şi seara, iar noaptea cu puteri foarte reduse, ceea ce conduce la scăderea randamentului global. Combinînd însă exploatarea cu un The, vor putea funcţiona turbinele cu abur cu putere P_t practic constantă, la încărcarea optimă şi cu randament maxim. Energia zilnică excedentară E_e, dată de aria $\int (P_t - P_c)\, dt$, (cînd consumul P_c este sub P_t = constant) va fi utilizată pentru a pompa un volum de apă zilnic din rezervorul inferior în cel superior. In orele de vîrf puterea P_c' fiind dimpotrivă mai mare decît P_t (constant şi identic cu cel precedent), se goleşte volumul rezervorului superior prin turbinele The-ului, producînd energia de vîrf

$$E_v = \int (P_c' - P_t)\, dt.$$

Datorită multiplelor pierderi hidraulice, mecanice şi electrice la dubla transformare, se înregistrează un randament global al transformării η, compus din 6 randamente parţiale, cum am calculat în [1]. La regimul optim de funcţionare se obţin azi $\eta_{max} \sim 0{,}65 \ldots 0{,}7$ şi la media exploatării $\eta_m \sim 0{,}6 \ldots 0{,}62$.

Bilanţul energetic $E_v = \eta E_e$, deşi prezintă o pagubă energetică, ce rezultă din η, arată că soluţia este totuşi economică, deoarece $p_v E_v > p_e \eta E_2$, ţinînd seama că preţul energiei de vîrf p_v lei/kWh este mult mai mare decît al energiei de bază excedentare $p_e \ll p_v$.

2. *Staţia The amplasată de-a lungul unei linii de transport electric*, este analogă celei precedente în ce priveşte grupurile transformatoare. Un asemenea grup constă dintr-o pompă, o maşină electrică (funcţionînd cînd ca alternator cînd ca electromotor), o turbină hidraulică, o turbocuplă şi uneori completată cu o mică turbină de antrenare la pornirea pompei. Grupul poate fi cu ax vertical la puteri mari şi contrapresiune hidraulică sau cu ax orizontal. Soluţia staţiei The — independente pe reţea — are însă unele particularităţi:

— *avantaje*: plasată aproape de marile centre de consum, The va ieftini liniile de transport electric, va diminua pierderile de transport şi va putea fi construită în condiţii topografice optime (unde există dealuri sau munţi cu posibilităţi de a crea rezervoare de apă înalte foarte ieftine);

— *dezavantaje*: tensiunea liniei de transport (în genere 110 kV) impune o dublă transformare electrică la The, anume o coborîre pentru nevoile primarului (pomparea) şi o urcare a tensiunii de la secundar (turbină-alternator), la tensiunea liniei.

3. *Staţia The combinată cu uzine hidroelectrice*, se face după numeroase scheme în funcţie de schema hidroenergetică. Astfel se combină frecvent un The cu una sau mai multe uzine pe firul apei, utilizînd energiile hidroelectrice excedentare (orare, sezoniere sau multianuale), pentru a le acumula şi apoi a le retransforma în energii de vîrf prin The. Este evident că acelaşi rol îl pot îndeplini uzinele cu acumulare naturală (fără pompare), dacă există posibilităţi de a crea prin baraje asemenea retenţii. Aceste cazuri sînt însă relativ rare, datorită condiţiilor pretenţioase care se pun la construirea de baraje mari (topografice, geologice, hidrogeologice şi hidrografice).

Mai întîlnim destul de frecvent The combinate chiar cu uzine acumulatoare prin baraje pe rîuri, a căror stocuri anuale de apă $V = \int Q\, dt$ sînt mult prea mici în comparație cu acumularea utilă $V_u \gg V$ dată de baraj. In aceste cazuri The acumulează apă în lac, utilizînd apele altor rîuri învecinate, situate mai jos, consumînd energia excedentară din rețeaua locală și retransformînd apoi energia hidraulică potențială din lac în energie electrică de vîrf.

Există multe alte variante ale The, dintre care cele mai importante pot fi urmărite în [1].

Transformatoare hidroenergetice contemporane

Cele mai recente realizări ca și tendințele de dezvoltare ce pot fi azi recunoscute ne permit a da unele caracterizări utile.

4. *Căderile The-optime*, trebuie să fie cît se poate de mari. In stadiul actual al pompelor centrifuge speciale ale The s-a ajuns la înălțimi de refulare foarte mari, de $H < 200$ m pe etaj. Aceasta se obține prin diametrul de ieșire din rotor D_2 mare, apoi prin componenta c_{u2} mare, cu turație mare, de asemenea datorită formelor de pale bine studiate și a eliminării pericolului cavitației prin contrapresiune, etc.. Potrivit înălțimii de refulare mari va fi și căderea la secundar mare (la turbină).

Cu circa 10 ani în urmă se considera căderea economică aceea peste 120 — 140 m, azi s-a deplasat domeniul în sus și prin utilizarea pompelor polietajate se obțin înălțimi The pînă la 1000 m (ex. Lüner avînd pompe cu 5 etaje, fiecare de $H = 900$—1005 la $Q = 4{,}1$-$3{,}5$ m³/s și $P = 42\,000$ kW/grup).

La înălțimi mari atît dimensiunile pompei, ca și ale turbinei, apoi ale alternatorului-electromotor, scad mult față de grupurile cu H — mic. Investiția scade la rîndul ei și mai mult la căderi mari (aproximativ proporțional diametrului cu exponentul 1,75.).

5. *Puterile unitare* ale grupurilor The devin tot mai mari. La ora actuală de ex. grupurile „Limberg" cu pompe, fiecare de cîte 62 500 kW ($H = 420$ m, $Q = 18{,}8$ m³/s pe grup și $\eta = 0{,}88$), reprezintă cea mai recentă soluție economică, deoarece la puteri unitare mari scad investițiile specifice $i = J/P$ (lei/kW), foarte mult, în comparație cu acelea ale The de acum două decenii.

Tendința de perspectivă este evidentă dacă întocmim o diagramă cu puterea unitară în funcție de timp și vom constata că în curînd grupurile The vor depăși 100 000 kW/grup.

6. *Componența grupurilor*, este azi încă aceiași ca la începutul dezvoltării The-lor, numai că gabaritele, căderile și puterile lor au crescut. Cu alte cuvinte un grup The este încă un complex de trei mașini mari (pompă, turbină, alternator-motor), plus turbo-cupla și turbină mică de ambalare la pornire și alte organe secundare.

In această privință se constată că se dă o netă preferință acestei soluții complicate și scumpe, dar care realizează în prezent cele mai mari randamente energetice.

Transformatorul hidroenergetic pur

7. *Simplificarea grupului The*, a condus în ultimul timp la o nouă perspectivă în ce privește ieftinirea grupului transformator. In acest caz pompa funcționează și ca secundar, adică turbină (sistem numit turbină-pompă sau mai adecuat The-pur). Drumul pe care s-a pornit, începînd cu cercetările Escher Wyss [3], conduc la grupul The simplificat în mod extrem, anume : o mașină hidraulică cuplată cu una electrică, care împreună funcționează alternînd ca :

— primar, ca pompă și electromotor

— secundar, ca turbină și alternator fără a se aduce nici o modificare mecanică celor două mașini la trecerea de la un regim de funcționare la celălalt.

Este știut încă de mult că orice turbină poate funcționa și ca pompă, însă cu randament foarte scăzut. Proiectînd însă mașina potrivit, după multe încercări s-a ajuns la o soluție mijlocie —de compromis între turbină și pompă — ca în fiecare regim să dea randament acceptabil, de ex. în fig. 1 la ambele funcționări s-a obținut $\eta = 0{,}85$ fără modificări mecanice, însă cu turații, debite și căderi diferite.

8. *Rezultatele experimentale*, sînt concentrate în figurile 1-*a* și 1-*b*. Diagrama din figura 1-*a* a fost construită pe baza datelor de încercare ale pompei monoetajate Escher Wyss la care curbele pline se referă la funcționarea ca turbină și cele punctate la aceiași mașină funcționînd ca pompă. Se vede că $\eta_{max} = 0{,}854$ la turbină pretinde valoarea coeficientului de viteză $k_u = 0{,}118\, D \frac{n}{\sqrt{H}} = 0{,}9$ și funcționînd ca pompă se obține $\eta_{max} = 0{,}848$ la $k_u = 1{,}0$ deci la o altă turație și altă cădere.

Un rezultat analog apare în fig. 1, *b* cu o pompă bietajată la care se obține $\eta_{max} = 0{,}85$ în ambele regimuri, anume :

— ca turbină (curbe desenate plin) la $Q = 0{,}16$ m³/s și $H = 100$ m; iar ca pompă (punctat) la $Q = 0{,}12$ m³/s și $H = 76{,}8$ m și turație diferită. Rezultatele dobîndite sînt importante, anume la o reducere a investiției totale cu 35%, se obține un grup The mult simplificat,

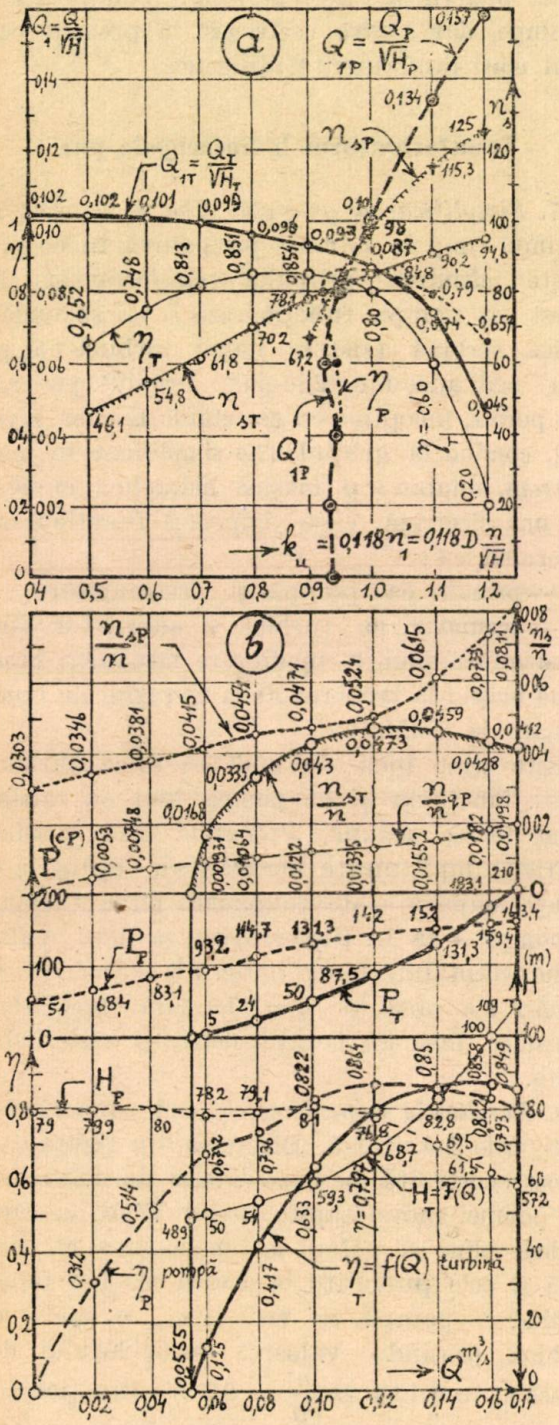


Fig. 1 Rezultatele încercărilor Escher Wyss cu pompa-turbină (*a*) mono — și (*b*) bietajată.

care dă un randament global cu circa 3 la 5% mai scăzut decît un The clasic. Un alt dezavantaj, pe care-l considerăm secundar, este faptul că alternatorul trebuie să-și schimbe, în oarecari limite, turația cînd funcționează ca motor, ceea ce este neplăcut în exploatare.

Din aceste motive în prezent încă se preferă soluția transformatoarelor hidroenergetice clasice.

Contribuție la perfecționarea transformatorului pur

9. *Posibilitățile de funcționare ca pompă și*

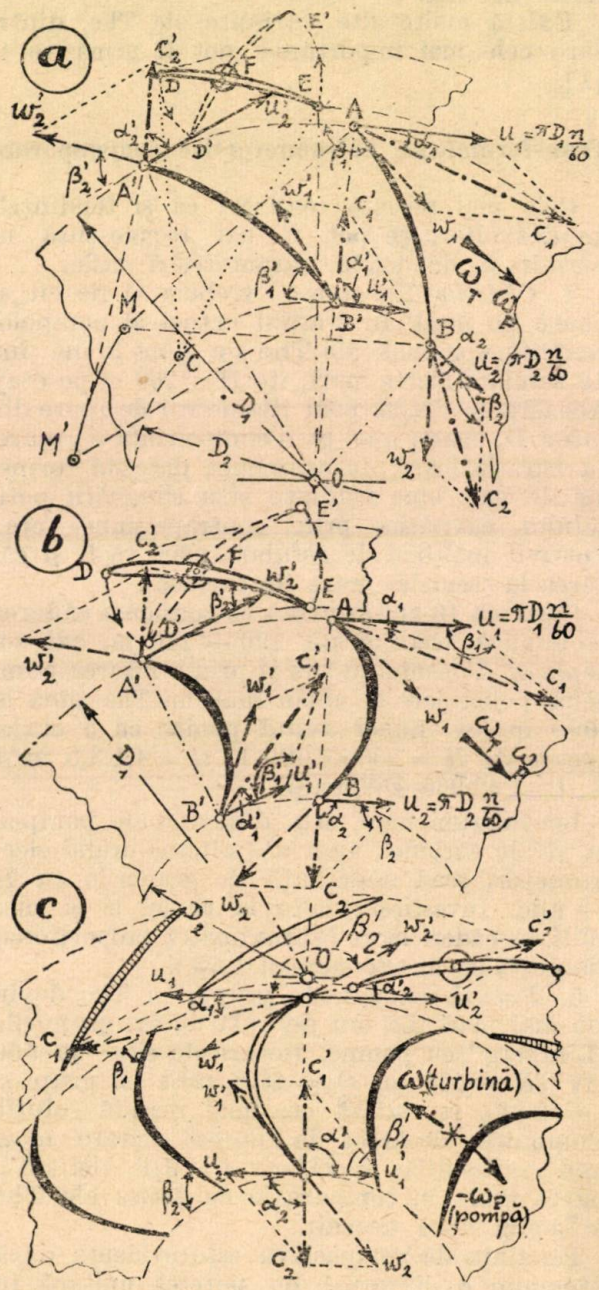


Fig. 2 Turbină cu pale de forme diferite (*a*, *b*, *c*) funcționează defectuos ca pompă și viceversa.

turbină, pot fi studiate prin diagramele de viteze.

Pentru a vedea cum funcționează o turbină (indicii T) și ca pompă (indicii P) s-a construit

fig. 2 cu diferite forme de pale şi diagrame de viteze. In cazul fig. 2-a, sensul de rotaţie şi viteza unghiulară este identică $\omega_T = \omega_P$. Aceeaşi pală rotorică fixă AB dă la ieşire viteza absolută c_2 cu α_2 mult prea mic (ar trebui să fie 90°) ceea ce arată funcţionarea defec-

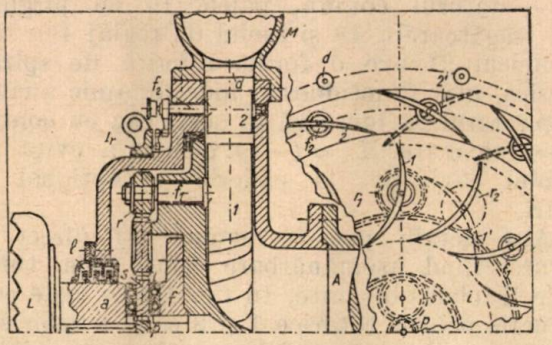
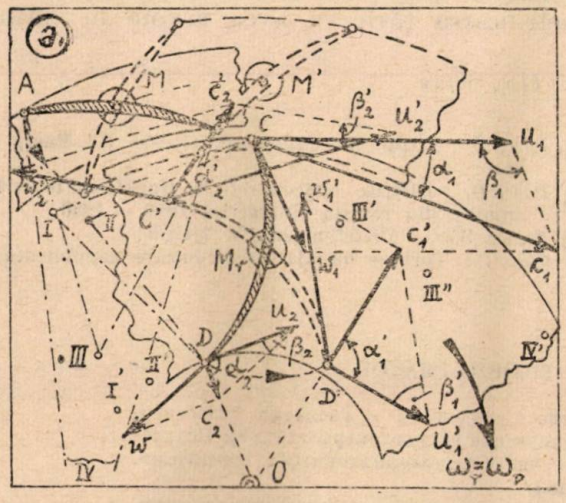


Fig. 3 Propunere pentru grupul The-pur, radial cu dublu reglaj.

tuoasă ca turbină. Cînd ea funcţionează ca pompă (cu pala $A'B'$ aceiaşi ca AB numai desenată în alt punct în timpul rotaţiei) triunghiurile de viteze la intrare şi ieşire, notate cu indicii „prim", arată condiţii normale, dacă se răstoarnă pala statorică în poziţia nouă D'-E' (la turbină era D-E).

In cazul fig. 2-b de asemenea cu $\omega_T = \omega_P$, lucrează rotorul cu pala AB bine ca turbină



şi rău ca pompă (pala $A'B'$), deoarece viteza absolută la intrare c_1' în pompă este înclinată sub α'_1 prea mic faţă de 90°, cît trebuie să fie, în schimb c_2 la turbină are $\alpha_2 = 90°$ favorabil.

Al treilea caz, fig. 2-c, fiind $\omega_T = -\omega_P$ (rotaţie inversă a pompei) şi la forme de pale juste, poate fi satisfăcută funcţionarea în ambele regimuri. Pompa avînd însă palele rotorice întoarse înainte, cu $\beta_2' > 90°$, va da înălţime H-mare dar randament mic, cum este cunoscut din teoria pompelor centrifuge. Un alt defect al acestui tip este faptul că la variaţii ale debitelor şi căderilor în cele două regimuri (turbină respectiv pompă) nu se mai potrivesc diagramele vitezelor cu unghiurile palelor, aşa că randamentele η_T şi η_P scad mult.

10. *Grupurile The cu dublu reglaj*, din fig. 3 — 5, reprezintă numai propuneri principiale în vederea perfecţionării transformatorului hidroenergetic pur. In fig. 3 se schiţează o maşină pur radială cu dublu reglaj simultan al palelor statorice şi al celor rotorice, după cum funcţionează ca turbină centripetă, respectiv ca pompă centrifugă. De la început trebuie spus că dublul reglaj de acest fel (fig. 3) se poate realiza numai la maşini cu $n_s = n\,P^{0,5}\,H^{-1,25}$ foarte mic (sub 100), deci la căderi mari şi turaţii relativ mici, deoarece palele rotorice 1 şi statorice 2 trebuie să basculeze între coroana rotitoare C şi cea fixă paralelă cu C. Palele rotorice 1 sînt răsucite sub unghiuri α variabile, pentru a se obţine un randament aplatisat analog ca la turbina Kaplan, prin fusurile f_1, roţile dinţate r_1 r_2 ... r_n, antrenate sincron de inelul i şi de satelitul s. Ultimul este rotit relativ prin pinionul p, cu axa concentrică din interiorul arborelui a găurit. Astfel în timpul rotaţiei se poate interveni din exterior, prin pinionul p, pentru a da manual sau automat unghiului α al palei rotorice diferite valori. Cînd rotorul funcţionează ca tur-

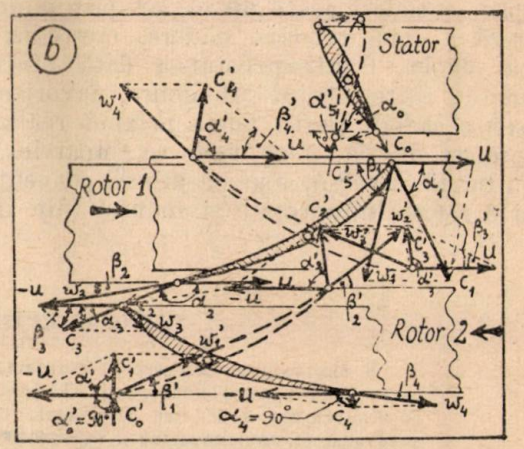


Fig. 4 Paralelogramele vitezelor şi formele palelor pentru rotorul şi statorul The de tipul: (*a*) radial cu dublu reglaj şi (*b*) elicoidal-bietajat cu dublu reglaj.

bină are palele în poziţia 1 şi ca pompă 1'.

In ce priveşte reglajul statoric el este la fel ca la orice turbină Francis, cu fusele f_2, pîrghiile şi trăgătoarele legate de inelul de reglaj J_r. Celelalte organe ca: melcul M, aspiratorul A, lagărul L etc., se recunosc din figură.

In ce priveşte palele statorice şi rotorice, ele vor fi basculate simultan din poziţiile desenate plin la funcţionarea ca turbină în

poziţiile punctate la pompare, cum se arată prin construcţiile paralelogramelor de viteze din fig. 4-*a*.

O altă soluţie, tot inovatoare, este schiţată în fig. 5 pentru grupul The-elicoidal cu dublu

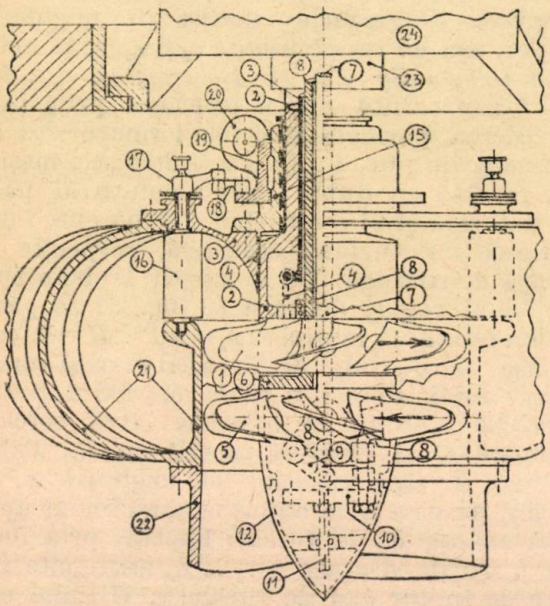


Fig. 5 Propunere pentru un The-elicoidal cu două rotoare cu turaţii inverse şi cu dublu reglaj.

reglaj şi bietajat. Etajarea este necesară pentru atingerea căderilor de 100 la 140 m. Se ştie că în prezent funcţionează turbine Kaplan cu căderi peste 60 m, iar prin punerea în serie a două rotoare căderea creşte la cel puţin dublu. Contrapresiunea dată etajului prim, de către etajul al doilea, favorizează creşterea căderii peste aceia maximă realizată în prezent. In fig. 5 se vede că rotoarele 1 şi 5 au turaţie inversă, aşa că arborii concentrici 2 şi 8 rotesc inductorul şi indusul (din interiorul carcasei 24) în sens invers, analog ca la turbinele cu abur Ljungström. Pentru dublul reglaj servesc la:

— rotoare, axele concentrice 7 şi 8 (tubular) cu mecanismele interioare din butuce 8, 9, 10, 11,4 ca la turbinele Kaplan;

— statorul comun, palele 16 cu pîrghiile 17, trăgătoarele 18 şi inelul de reglaj 19.

Melcul 21 are o formă diferită de spirala clasică, însă funcţionează hidrodinamic analog. Aspiratorul 21 lucrează în acest caz cu contrapresiune mare $H = (-)$ pentru a evita pericolul cavitaţiei la căderile excepţional de mari.

Alte detalii pot fi recunoscute direct pe figură, fiind asemănătoare celor dela turbinele Kaplan obişnuite. In fig. 4-*b* se vede construcţia palelor rotorice 1 şi 2 ca şi a celor statorice pe baza paralelogramelor de viteze. Cînd funcţionează maşina ca turbină avem poziţiile desenate plin şi ca pompă cele desenate punctat.

Prin aceste două propuneri (există desigur alte posibilităţi) se ilustrează aci noi posibilităţi de a creia transformatoare hidroenergetice pure cu randamente foarte mari, la investiţii mult mai mici decît cele ale construcţiilor folosite pînă în prezent. Cred că ideile exprimate mai sus vor sugera inovatorilor hidromecanici romîni diferite alte idei de a proiecta şi a experimenta acest nou tip de maşină hidraulică transformatoare, de care electrificarea ţării va avea nevoie în curînd.

Bibliografie

[1] *Pavel D.*: Maşini hidraulice vol. II/1955 Ed. Energ. de Stat
[2] *Pavel D*, : Diferite articole ref. la transformatoare hidraulice din revista Energetica 1950 — 1956
[3] *Escher Wyss*: Mitteilungen Nr. 2/1956
[4] *Rusu C.*: Turbine bietajate (comunicare nepublicată).

* *

ГИДРОЭНЕГЕРТИЧЕСКИЙ ТРАНСФОРМАТОР

В статье рассматривается настоящее положение и тенденции в развитии гидроэнергетических трансформаторов [ГЭТ] [насосоаккумулирующие гидроэлектростанций]. Подробно излагаются новейшие результаты опытов над чисто трансформаторными агрегатами, неправильно называемыми „ турбинами — насосами."

Показываются недостатки и преимущества этих новых гидравлических машин, отличающихся простотой конструкции. Приводятся схематически два новых типа гидроэнергетических трасформаторов с двойным регулированием, имеющих большой к.п.д., несмотря на то, что их стоимость на 40 % ниже стоимости применяемых в настоящее время агрегатов.

* *

VEREINFACHTER HYDROENERGETISCHER UMFORMER

Es werden die neusten Pumpspeicheraggregate (Hydroenergetische Umformer) wie auch deren wahrscheinliche Entwicklung dargestellt und die neuen Versuche mit vereinfachten EWC Turbinen – Pumpen kritisch behandelt. Es werden die Nachteile dieser Umformer hervorgehoben und Vorschläge gemacht für zwei neue, vom Verfasser prinzipiell entworfene, Umformer mit Doppelregulierung, die bedeutend höhere Wirkungsgrade erzielen werden, bei ungefähr 40 % kleineren Herstellungskosten.

Cîteva sugestii pentru mecanizarea unor operaţii în activitatea de exploatare şi întreţinere a reţelelor electrice

Ing. I. HERESCU

Directivele Congresului al II-lea al Partidului Muncitoresc Romîn cu privire la cel de al doilea plan cincinal de dezvoltare a economiei naţionale în anii 1956-1960 prevăd o creştere a productivităţii muncii în industrie, în această perioadă, cu cel puţin 45-50%.

Baza creşterii productivităţii muncii o constituie desvoltarea multilaterală a progresului tehnic, perfecţionarea organizării producţiei, ridicarea nivelului tehnic profesional al muncitorilor, maiştrilor şi inginerilor, şi în deosebi organizarea mai bună şi cu obiective concrete, măsurabile, a întrecerii socialiste.

Trebuie introdusă şi extinsă cu curaj tehnica avansată şi mecanizarea în procesele de producţie; trebuie perfecţionat utilajul cu care lucrăm; trebuie studiată amănunţit şi îmbunătăţită organizarea muncii. Trebuie stimulat spiritul inventiv al personalului şi puse în practică propunerile de inovaţii, invenţii şi raţionalizări pe care acesta le face.

Trebuie îndepărtată rutina, inerţia şi grija pentru economie, greşit înţeleasă, cu care introducerea mecanizărilor este întîmpinată încă de multe din organele care hotărăsc în întreprinderile de producere şi distribuţie de energie electrică.

Activitatea muncitorilor ,maiştrilor şi inginerilor care muncesc în sectorul energetic trebuie să se concentreze pe cele două obiective principale: eliminarea cu spirit de prevedere a avariilor în instalaţiile energetice şi îmbunătăţirea continuă a indicilor tehnico-economici, în deosebi în centralele electrice.

Pentru realizarea acestor două principale obiective este necesar în primul rînd ca organele de conducere, inginerii şi maiştrii, să se preocupe cu mai multă perseverenţă şi conştiinciozitate de ridicarea nivelului cunoştinţelor tehnice, profesionale, teoretice şi practice, ale muncitorilor din exploatarea şi întreţinerea instalaţiilor energetice.

Avem încă importante rămîneri în urmă în ceea ce priveşte acţiunea de prevenirea avariilor. In deosebi în reţelele electrice reparaţiile periodice şi capitale se fac cu întîrziere. Controlul periodic al acestor linii se face încă, în multe locuri, cu superficialitate. Intervenţiile în reţele, în cazuri de avarii, nu se fac cu rapiditatea necesară. Pregătirea şi dotarea centrelor de intervenţie, a echipelor, a utilajului, a mijloacelor de transport pentru aceste intervenţii, ca şi pentru lucrările programate, se face încă cu deficienţe importante.

In lucrările de întreţinere şi reparaţii ale reţelelor electrice, în special a celor aeriene, sînt încă prea puţin introduse mijloacele mecanizate, deşi multe se pot confecţiona cu forţele proprii ale intreprinderilor noastre şi cu materiale care există în mare măsură în rezerve interne nefolosite încă.

Pentru tovarăşii noştri care lucrează în întreprinderile şi sectoarele de exploatare de reţele electrice, prezentăm cîteva mijloace mecanice care se pot realiza şi introduce în practica curentă, folosindu-se forţe proprii şi mijloace din cele existente în cadrul intreprinderilor, în scopul stimulării spiritului lor inventiv şi organizatoric.

Fig. 1.

Ele scurtează substanţial timpul de remediere a deranjamentelor şi de execuţie a lucrărilor programate şi economisesc multă forţă de muncă fizică, care-şi poate găsi o folosinţă mai bună în alte scopuri.

De multă vreme organele Ministerului Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice cer conducerilor intreprinderilor mixte şi de reţele să se preocupe în mod special de dotarea cîte unui vehicul auto, în fiecare sector de exploatare de reţele, pentru intervenţii rapide. Fiecare asemenea autocamion, sau pick-up auto, trebuie să aibă pe el în permanenţă: sculele, utilajele, materialele şi mijloacele mecanice necesare pentru intervenţii urgente în reţelele aeriene. In fig. 1 se poate vedea cum trebuie să arate o asemenea maşină dotată cu lăzi cu scule, scripeţi, macarale tripied, vinciuri, scări pliante, aparate de sudură, materiale de rezervă pentru linii

electrice aeriene, prelată şi bănci pentru personalul de intervenţie. Complectarea caroseriilor unor asemenea autovehicule nu pune nici o problemă tehnică constructivă deosebită şi avantajele folosirii unor asemenea maşini, gata

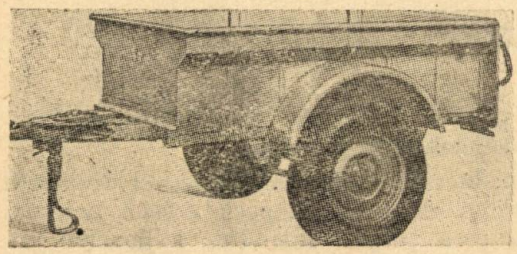


Fig. 2

oricînd pentru o intervenţie, sînt excepţional de mari. Este cunoscut că în aproape toate unităţile noastre de exploatare de reţele, se pierde, în situaţia actuală, mult timp cu echiparea, alegerea şi încărcarea sculelor şi materialelor necesare, atunci cînd echipele de intervenţie trebuie să se deplaseze de urgenţă pentru o reparaţie în reţele.

Capacitatea mijloacelor de transport de care dispunem poate fi mult sporită prin folosirea

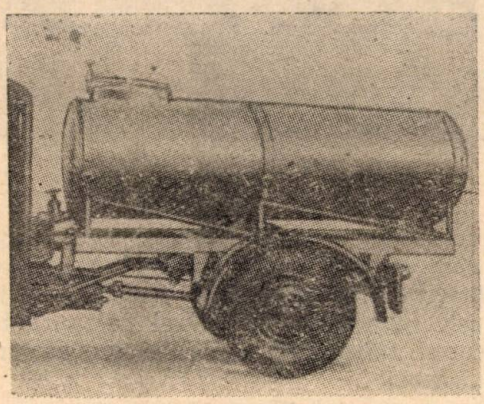


Fig. 3

în cît mai mare măsură a remorcilor pe pneuri, închise, sau deschise, de diferite feluri, amenajate potrivit variatelor scopuri. Fiecare autocamion şi autovehicul cu motor de peste 40 CP. poate purta un număr de 2, 3 şi chiar 4 remorci de 0,3—0,5 tone, cu o viteză rezonabilă, corespunzătoare puterii motorului autovehiculului şi tipurilor de remorci folosite.

Aceste remorci, care aduc avantaje enorme în problema transporturilor, sînt mult prea puţin folosite în întreprinderile noastre. Ele pot fi realizate uşor, dacă se va pune în valoare spiritul gospodăresc şi inventiv al tovarăşilor tehnicieni, maiştri şi ingineri care muncesc cu grije pentru îmbunătăţirea continuă a productivităţii muncii în sectorul lor.

Este cunoscut că în foarte multe locuri echipele de muncitori şi maiştri au timpi morţi în activitatea pe teren, din cauza deficienţelor ce se produc în aprovizionarea cu materiale şi transportul sculelor şi utilajelor la punctele de lucru. Un autovehicul cu tren de remorci poate aproviziona într-un singur drum multe puncte de lucru, ceea ce sporeşte şi coeficientul de productivitate al muncitorilor şi indicele de folosire a autovehiculului.

Figurile 2 şi 3 prezintă două tipuri din numeroasele feluri de remorci a căror realizare practică nu ridică deasemenea vre-o problemă tehnică deosebită. Folosirea de roţi pe pneuri de la autovehicule casate şi alte materiale din resurse interne, aduce, pe această cale, avantaje mari pentru transportul sculelor, materialelor mărunte şi tamburilor de cabluri, ca şi al stîlpilor pentru reţele aeriene, care trebuie puse în valoare neîntîrziat.

Pentru transporturi de uleiuri, sau combustibili lichizi, pe distanţe relativ mici, în interiorul oraşelor în deosebi, se pot folosi remorci cu două roţi, pe care s-au aşezat fix, cisterne de 500-1000 l capacitate.

Ridicarea pieselor grele pe platformele autocamioanelor şi pe platformele depozitelor de materiale şi de transformatoare pune probleme care deseori se rezolvă netehnic şi se pun în pericol chiar vieţi de oameni şi integritatea pieselor ce urmează să fie încărcate. In fig. 4

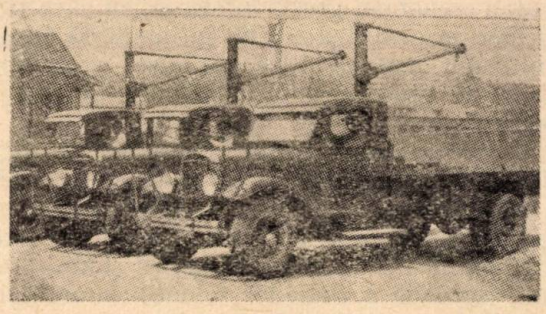


Fig. 4

este arătat un tip de macara cu braţ, care se poate monta pe şasiul întărit corespunzător al autocamionului, sau pe fundaţie de beton (în depozitele de materiale) şi care dă rezultate practice foarte bune. Ea se poate realiza cu materiale din resursele interne ale intreprinderilor.

Problema scărilor transportabile este permanentă în intreprinderile care exploatează reţele electrice. Modul necorespunzător în care personalul care trebuie să lucreze la înălţime îşi transportă încă în multe din unităţile de exploatare scările pînă la locul de muncă nu mai trebuie să fie folosit.

Fig. 5 și 6 prezintă soluții care, deși nu reprezintă noutăți în această materie, pot constitui izvor de inspirație pentru tehnicienii care se

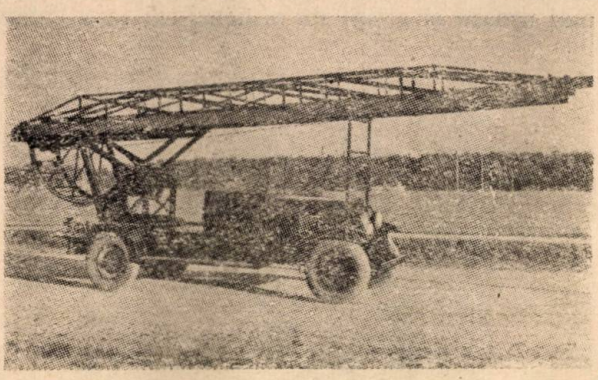


Fig. 5

preocupă de această problemă. Confecționarea unor asemenea scări și montarea lor pe șasiuri de autovehicule, ajunse la un grad avansat de uzură, cărora nu li se mai cere viteză în transporturi, nu poate fi desigur sarcina intreprinderilor producătoare și distribuitoare de energie electrică, ci a unor ateliere specializate, existente în țară. Sarcina conducerilor intreprinderilor de exploatare de rețele electrice este însă să prevadă, să comande, să organizeze montajul și folosirea practică a unor asemenea scări pe autovehicule. De notat că șasiul mașinii trebuie să capete suporți reglabili, puternici, în partea sa din spate odată cu montajul scării pe platforma mașinii, prin care platforma să capete puncte suplimentare de sprijin în teren, atunci cînd autovehiculul staționează și se lucrează cu scara.

Fig. 6

Un dispozitiv extrem de ingenios, care asigură o creștere mare a productivității muncii în activitate de plantare a stîlpilor în liniile electrice aeriene, este cel prezentat în fig. 7 și 8. El poate fi montat pe autocamioane, vehicule cu șenile, sau tractoare. Burghiul pentru executarea găurilor în pămînt, acționat de motorul autovehiculului, are 2—3 viteze (adică lucrează cu viteză reglabilă) și poate fi culcat în lungul autovehiculului, după terminarea operațiilor în care a fost folosit.

Autocamioanele pe care se montează asemenea burghie se dotează totdeauna și cu macarale tripied pliante, care se folosesc pentru manevrarea stîlpilor ce se plantează.

Transmiterea mișcării și reglarea vitezei de rotație a burghiului se asigură prin dispozitive de transmisie de la axa cardanică a mașinii. Soluțiile tehnice pentru transmiterea mișcării

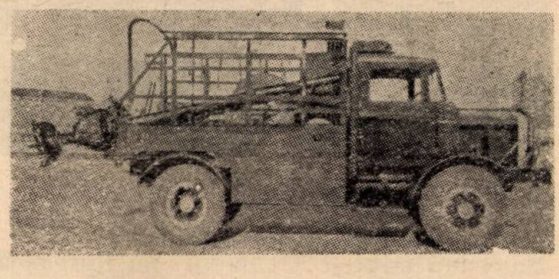


Fig. 7

nu pot fi desigur soluții-tip. Ele trebuie adoptate ținînd seama de caracteristicile constructive ale autovehiculului pe care se montează dispozitivul și în deosebi de modul în care lucrează și locul în care este montată cutia de viteze a autovehiculului. In fig. 9 se vede un tip de asemenea transmisie de la axa vehiculului, realizată prin lanț.

In unele cazuri transmiterea mișcării de la axa motorului autovehiculului, cu comandă prin

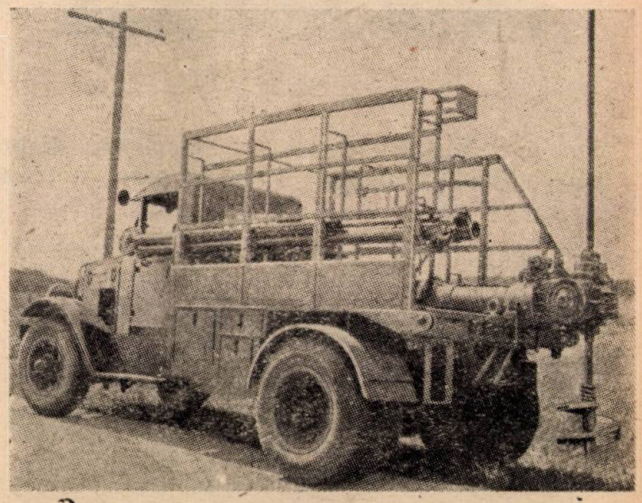


Fig. 8

cutia de viteze a mașinii, se poate face direct, prin dispozitive cu angrenaj, alteori numai prin adaptarea unor dispozitive elastice, sau cu lanț.

Mișcarea de avans a burghiului pe direcția verticală se asigură prin dispozitive cu cremaieră.

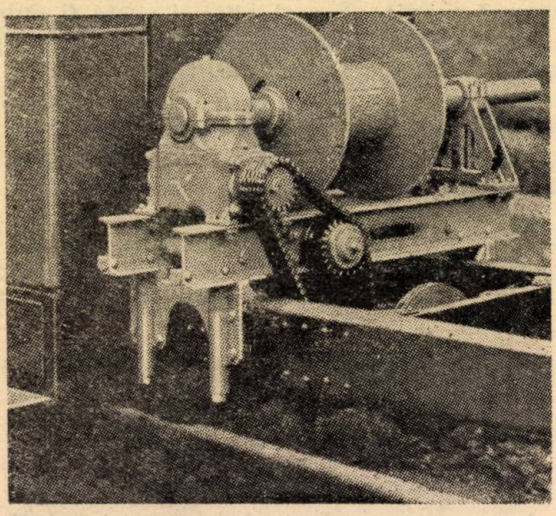


Fig. 9

Macaraua tripied trebuie să nu lipsească de pe nici un autovehicul folosit de sectoarele

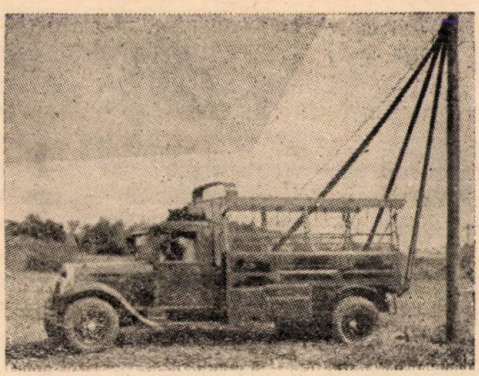


Fig. 10

de rețele. Fig. 10 și 11 arată asemenea dispozitive de mare ajutor echipelor care lucrează

Fig. 11

în rețelele electrice aeriene. Ele nu ridică probleme deosebite în realizarea practică, în afară de întărirea corespunzătoare a șasiului autovehiculului. Și scripetele montat pe un singur suport (fig. 12) pe autovehiculele ușoare, care se folosește pentru ancorări, sau ridicări de piese mai ușoare și stîlpi de dimensiuni mici, mane-

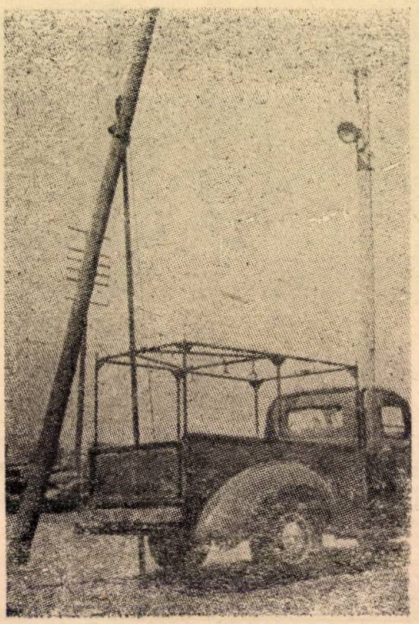


Fig. 12

vrabil manual, este un mijloc practic de ușurare a muncii personalului din echipele de intervenții rapide în rețele.

Un dispozitiv mai greu de realizat, dar cu un randament deosebit de ridicat în munca

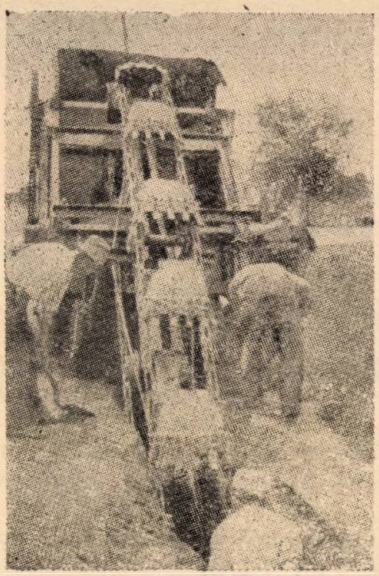


Fig. 13

de săpare a șanțurilor pentru pozare de cabluri electrice subterane și conducte, sau pentru canale și drenuri, este cel din fig. 13. El nu-și

găseşte rentabilitate în intreprinderile de exploatare şi întreţinere de reţele electrice, ci mai curînd în cele de montaj şi de execuţii de lucrări capitale. Este amintit aici numai în

Fig. 14

scopul punerii problemei tehnicienilor cu spirit inventiv.

Se bazează pe principiul escavării cu cupe funcţionînd în lanţ. Folosind motoare şi şasiuri de autovehicule pe şenile, sau cu roţi de diametre mici, ajunse la limita de casare, şi completînd utilajul cu dispozitivul cu cupe în lanţ, pus în mişcare prin dispozitive de transmisie adecuate caracteristicilor constructive ale autovehiculului, se pot obţine maşini care valorifică resurse interne şi cresc foarte mult coeficientul de productivitate în aceste operaţiuni care consumă multă forţă de muncă necalificată.

Alte macarale, de tipuri mai grele, care aduc mari foloase în operaţiile din depozitele de stîlpi şi materiale şi în operaţiunile de ridicare a stîlpilor grei în reţelele electrice aeriene, de tipul celei 4 din fig. 14, se pot realiza şi monta pe autotractoare, sau pe remorci joase, care pot fi manevrabile cu ajutorul tractoarelor. Pentru terenurile accidentate desigur nu se recomandă remorca, ci direct tractorul.

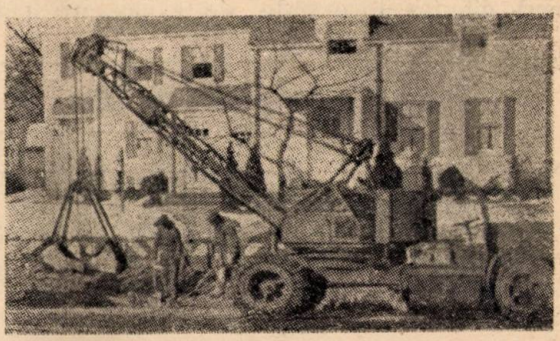


Fig. 15

Pe şasiuri de autovehicule vechi, întărite corespunzător, se pot monta braţe scurte prevăzute cu scripeţi şi greifer cu cupe (fig. 15) — foarte util în evacuarea pămîntului din săpăturile ce sînt de făcut în lucrările din reţelele electrice subterane.

Folosindu-se posibilităţile atelierelor mecanice existente, materiale în cantităţi reduse, inventivitate şi spirit gospodăresc tehnic în cît mai mare măsură, se pot realiza în intreprinderile noastre energetice asemenea mijloace mecanice care sporesc mult efectul muncii omului şi micşorează timpii de realizare a lucrărilor, ceea ce este esenţial.

Imbunătăţirea regimului de reparaţii a utilajului energetic din centrale

Ing. GH. PODAŞCĂ şi Ing. D. BREBENEL

Reparaţia utilajului energetic are o importanţă deosebită pentru funcţionarea sigură şi economică.

Cînd instalaţiile energetice sunt bine întreţinute şi puse la punct se poate menţine în centrale o putere disponibilă ridicată, apropiată de puterea instalată şi se poate realiza o exploatare în condiţiile economice dorite de exploatare.

Durata de funcţionare pînă la o nouă reparaţie poate fi în acest caz mai lungă decît prevederea prescripţiilor, sau decît durata cunoscută din experienţa de exploatare cu agregatele respective.

Efectul economic al unei reparaţii reuşite poate fi uşor constatat prin :

— scăderea numărului şi a costurilor reparaţiilor intermediare

— reducerea numărului de avarii, respectiv scăderea energiei nelivrate la consumatori.

De fapt cele două efecte de mai sus se rezumă în creşterea numărului de ore de utilizare a agregatelor respective.

In sistemele energetice care au rezervă prea mică de putere, funcţionarea cu întrerupere a agregatelor datorită calităţii necorespunzătoare a reparaţiilor reprezintă pierderi la consumatori, în numeroase cazuri cu mult mai oneroase decît cele ale centralei respective.

La centralele termice costurile reparaţiilor cresc odată cu uzura atingînd după un număr mare de ore de utilizare valori importante pînă la 3,5%/an din valoarea agregatului. Costul comparativ al reparaţiilor la turbine după diferite intervale de exploatare este:

Costuri de reparaţii la turbine	mii lei/ab, MW instalată		
	1954	1955	1956
— Centrală veche de 70 MW peste 20 ani exploatare	22,9	27,7	20,0
— Centrală nouă de 80 MW sub 5 ani de exploatare	0	2,8	3,0

Cauze care provoacă scoaterea din funcţiune pentru reparaţii a utilajului de bază.

Cazane.

Oprirea programată, fără avarie, cauzată de:

— apariţia de neetanşeităţi mari la armături;

— înfundarea cu cenuşă, zgură, a circuitului aer-gaze;

— apariţia de deteriorări la zidăria refractară a focarului punînd în pericol scheletul de susţinere;

— defectele sau uzura pronunţată la mecanisme (mori, ventilatoare, etc...)

Oprirea cu avarie a cazanelor cauzată prin:

— spargeri de ţevi din circuitul de apă ca urmare a defectelor de fabricaţie sau a regimului necorect de exploatare;

— arderea materialului ţevilor de supraîncălzitor prin exploatare necorectă sau prin îmbătrînirea materialului, necesitînd înlocuiri importante de ţevi;

— uzarea pronunţată prin eroziune a rotoarelor de ventilatoare datorită deficienţelor constructive sau a exploatării necorecte (de exemplu în cazul instalaţiilor de desprăfuire necorespunzătoare).

Turbine.

Cauze care provoacă oprirea şi trecerea în reparaţie cu deschiderea cilindrilor:

— înfunpări cu săruri conducînd la creşterea presiunii în faţa roţii de reglaj şi la reducerea puterii disponibile a agregatului fără posibilitatea de spălare cu abur saturat;

— creşterea vibraţiilor ca urmare a dezechilibrării rotoarelor, măririi jocurilor prin uzura lagărelor sau descentrării la cuple;

— micşorarea puterii disponibile efective a turbinei cu sau fără modificarea presiunii la roata de reglaj, ca urmare a distrugerii diferitelor rînduri de palete;

— scăderea importanta a vidului prin neetanşeităţi mari la cilindru sau condensator şi fără posibilitatea eliminării acestora în lucrări de scurtă durată.

Oprirea cu avarie a turbinelor cauzată de:

— avarii de lagăre axiale cu deplasări ale rotorului cu consecinţe grave ca: distrugerea pistoanelor de echilibrare a paletajului şi a roţilor. Cele mai frecvente cauze ale avariilor de lagăre axiale sînt:

— montaje necorecte;
— împingeri axiale mărite anormal prin înfundarea cu săruri a paletajului;
— şocuri mari de sarcină datorită sistemului sau defecţiunilor de reglaj;
— defecţiuni ale circuitului de ungere;
— greşeli de exploatare (lovituri de apă, porniri necorecte, etc.).

— avarii ale paletajului prin uzură sau prin rezonanţă la vibraţii;

— avarii la condensatori prin rupere în masă a ţevilor de răcire datorite îmbătrînirii materialului sau a execuţiei necorespunzătoare.

Echipament electric.

— Scăderea rezistenţei de izolaţie cauzate prin îmbătrînirea materialelor izolante sau exploatare necorectă (suprasarcină electrică, termică, supratensiuni, mediu umezit ş.a.);

— puneri la pămînt prin străpungerea izolaţiei (supratensiuni, loviri mecanice, izolaţie slabă în special la rotoare de turbogeneratoare);

— defecte la partea mecanică.

Faţă de cheltuielile mari pe care le provoacă un regim necorespunzător (reparaţiile de proastă calitate sau reparaţii nejustificate) este necesar ca personalul de răspundere din exploatări să urmărească permanent ameliorarea regimului de reparaţii. Aceasta înseamnă:

1. — reparaţii de bună calitate;
2. — reparaţii cît mai rare respectiv după durate cît mai mari de funcţionare;
3. — costuri cît mai reduse ale reparaţiilor.

1. — Reparaţiile pot fi calificate de bună calitate dacă prin ele s-a realizat:

— prevenirea sau remedierea defectelor aducîndu-se utilajul la stare bună de funcţionare;

— ridicarea puterilor disponibile pînă la puterile nominale;

— îmbunătăţirea randamentelor (micşorarea consumurilor de căldură şi de energie);

— modernizarea instalaţiilor prin lucrări de modificări sau completări în scopul măririi siguranţei, creşterii randamentului sau a îmbunătăţirii condiţiilor de exploatare.

Realizarea reparațiilor de bună calitate poate fi asigurată prin ridicarea permanentă a nivelului tehnic a personalului de conducere și de execuție din exploatări.

Răspunderea cea mai mare o au în această direcție inginerii șefi din centrale care trebuie să mențină un nivel tehnic bun și să aplice permanent noutățile tehnice în instalații. De cele mai multe ori se pot executa numeroase ameliorări tehnice cu costuri și mijloace reduse; ca exemplu se poate cita, introducerea protecției contra deplasării axiale la turbine realizată în mai multe unități, ș. a.

Deasemenea schimbul de experiență între maiștrii și tehnicienii de execuție contribuie la ridicarea nivelului tehnic; se pot observa încă diferențe de metode și de calitate a reparațiilor între centrale, cum e cazul reparațiilor la armăturile de înaltă presiune ș.a.

2. — Creșterea numărului de ore de funcționare dintre 2 reparații se poate realiza prin:

— cunoașterea perfectă a utilajului și în special a punctelor slabe care conduc la scoateri din funcțiune pentru reparații;

— eliminarea prin modificări sau ameliorări a acestor puncte slabe sau cel puțin executarea unui sistem de control al stării, permanent sau periodic, cu sau fără oprirea agregatului;

— executarea de reparații ușoare curente pentru control și prevenirea defectelor; aceste reparații se pot face în golurile de sarcină ale sistemului energetic.

Este de menționat aici că periodicitatea de reparații fixată prin prescripții nu corespunde în multe cazuri cu periodicitatea impusă de situația reală a utilajului. In cazul unor centrale noi reparația anuală a turbinelor cu deschiderea cilindrilor nu este justificată; pentru unele grupuri cu puncte slabe importante sau cu uzură generală mare periodicitatea de un an s-a dovedit prea mare.

In timp de 5 ani nu a fost posibil niciodată să se respecte planul calendaristic de reparații din cauza numeroaselor treceri în reparații cu sau fără avarii a diferite agregate la alte termene decît prevederile inițiale. In sistemele fără rezervă disponibilă s-a ajuns pînă la 3 modificări de plan calendaristic.

Este cazul ca odată cu revederea prescripțiilor să se renunțe la fixarea rigidă a periodicității reparațiilor la 1 an și să se lase în competența conducătorilor tehnici de răspundere din unități fixarea periodicității reparațiilor în vederea realizării unui număr mărit de ore de utilizare anual fără reducerea siguranței de funcționare.

3. — Costul mai redus al reparațiilor se realizează prin:

a. — Analizarea amănunțită a situației agregatului demontat și stabilirea cu răspundere a lucrărilor care sînt necesare din punct de vedere tehnic.

Se poate cita aici exemplul negativ al unor unități care din lipsa de răspundere a conducătorilor execută reparații capitale costisitoare cu înlocuiri de piese importante ale agregatelor fără justificare; deasemenea este de menționat interpretarea uneori birocratică a realizării planului de reparații capitale numai pe bază valorică adică pe baza cheltuielilor realizate; din această cauză unele unități operative, în dorința de a realiza indici buni la planul de reparații, execută reparații scumpe fără justificare tehnică.

Este cazul ca urmărirea planului de reparații să nu se mai facă pe baza exclusiv valorică ci să urmărească mai mult calitatea reparațiilor prin numărul de ore de utilizare și prin funcționarea fără avarii.

b. — Execuția reparațiilor cu o bună organizare prin folosirea celor mai potrivite metode de muncă; astfel se realizează costuri reduse al manoperei de reparații și amortizarea mai curînd a instalației prin reducerea timpului de indisponibilitate necesitat de reparații.

Este de menționat deasemenea modul necorespunzător în care se calculează și reține amortismentele pentru instalații trecute în reparație.

Intr-adevăr conform decretului 555 și instrucțiunilor de aplicare, nu se reține amortisment pentru agregatele care sînt trecute în reparație un timp mai lung de 30 zile. Dacă realizarea reparației sau planul reparației este mai scurt decît 30 zile, fapt către care tindem, atunci agregatului respectiv i se calculează și reține amortismentele ca și cum nu ar fi fost scos din funcțiune. Cum amortismentele influențează sensibil prețul de cost, unele unități de exploatare au tendința de a prelungi duratele reparațiilor cu scopul de a realiza prețuri de cost reduse. Se impune o revedere a dispozițiilor contabile financiare privitoare la calculul amortismentelor și reparațiilor capitale în scopul realizării ambelor obiective:

— reducerea duratei reparațiilor,

— reducerea prețului de cost.

O mai bună planificare a muncii în sectoarele de reţele şi la unităţile auxiliare ale întreprinderilor de electricitate

Dr. IOAN TARŢA

Esenţialul în extinderea gospodăririi chibzuite asupra subdiviziunilor organizatorice ale întreprinderii îl formează realizarea unui sistem adecvat de indici de plan şi a unei bune evidenţe, cu ajutorul căreia să poată fi cunoscute realizările pentru fiecare indice lansat, în parte.

Indicii de plan formează în mîna conducerii — de pe toate treptele ierarhice — instrumentul indispensabil controlului şi aprecierii activităţii economice a secţiilor, subsecţiilor, şi diferitelor locuri de muncă. Numai judecate în raport de anumiţi indici, de anumite sarcini concrete de plan, devin fondate aprecierile cu privire la realizări.

In legătură cu centralele electrice se cunoaşte un sistem de indici bine închegat, lucru la care a contribuit traducerea cărţii lui M. N. Laschin : „Organizarea pe bază de hozrasciot a centralelor termoelectrice". Cu ajutorul unor indici ca : producţia de abur sau de energie electrică ; căldura livrată secţiei turbine ; pierderi de căldură în sala de cazane ; consum de combustibil sau de căldură ; consum de energie pentru nevoi proprii ; consum de chimicale ; încărcare medie şi maximă, etc., poate fi cunoscută şi calificată activitatea de producţie nu numai a unei centrale în întregul ei, ci a oricărei secţii (de combustibil, cazane, turbine, electrică, etc.) dintr-o centrală electrică.

Nu există însă aşa ceva — cel puţin la noi în ţară — pentru sectoarele reţele (cu subdiviziunile : reţele urbane, reţele rurale, staţii, utilizarea energiei electrice, întreţinerea iluminatului public şi secţia branşamente) şi unităţi ajutătoare (ateliere mecanice, atel. electrice, atel. pentru transformatoare, laboratoare pentru repararea şi verificarea de contoare şi alte aparate de măsură), aşa că munca se desfăşoară aici încă aproape neplanificat şi fără posibilitate de control. O astfel de stare de lucruri nu poate fi decît păgubitoare.

Conducerea acestor sectoare şi secţii se complace în situaţia, că munca de reparaţii şi întreţinere ce se desfăşoară în cadrul atelierelor, laboratoarelor şi reţelelor, este greu planificabilă, şi chiar caută să perpetueze starea de neplanificare a muncii lor. Aceasta trebuie să fie un motiv în plus pentru stabilirea unor indici tehnico-economici potriviţi înfăţişării planului de producţie şi asigurării şi aici a unui impuls pentru mai buna organizare a proceselor de muncă.

In cadrul secţiilor, organizarea pe bază de gospodărire chibzuită se face potrivit specificului condiţiilor de muncă ale locului. Problema de bază pentru găsirea unor indici potriviţi constă în identificarea părţilor slabe, adică a defecţiunilor locului de muncă vizat. Defecţiunea cea mare de care suferă sectoarele reţele şi unităţi ajutătoare, poate fi uşor identificată în risipa de timp ce are loc aici. Şefii de secţii se plîng mereu că execută lucrări suprapian, că nu mai răzbesc şi că nu le ajunge personalul, iar realitatea este totuşi aceasta că din cele 480 minute zilnice de lucru ale muncitorului, abea 50—60% sînt întrebuinţate cu folos.

Eliminarea golurilor în muncă, cauzate de nepregătirea la timp a lucrului şi a mijloacelor de transport pentru a doua zi, trebuie să formeze principala preocupare a conducerii. Accentul trebuie pus aici pe lichidarea risipei de timp. Golurile în muncă în specificul nostru formează o adevărată problemă care nu va putea fi rezolvată dacă la baza sistemului de indici nu va fi aşezat timpul de lucru al oamenilor şi dacă conducerea sectoarelor nu va fi chemată periodic să dea socoteală de felul cum a gospodărit acest timp de lucru.

Indicii bazaţi pe fondul orar al timpului de lucru al muncitorilor, care ar duce la radicala micşorare a risipei de timp s-ar situa ca ordine de importanţă, pentru reţele şi ateliere, la nivelul ce-l au indicii „valoarea producţiei gobale în preţuri constante" pentru întreprindere ; „consumul specific de combustibili energetici" sau „consumul tehnologic", pentru centralele termoelectrice.

Actualul mod de lucru şi de raportare a datelor nu poate duce la micşorarea risipei de timp. Aceasta întîi pentru simplul motiv, *că golurile în muncă n-au format încă obiect de evidenţiere separată* ; că *proporţia golurilor de muncă fiind necunoscută de către conducere n-a existat încă motiv de alarmare.* In bonurile de lucru, golurile în muncă sînt trecute drept ore lucrate „în regie" şi sub acest titlu totul pare să decurgă normal. Apoi lipsa unui sistem de planificare adecvat activităţii din cadrul reţelelor şi atelierelor la fel nu poate duce la micşorarea risipei de timp. Astfel, şefii de unităţi continuă şi astăzi să enumere, în cadrul consfătuirilor de producţie,

lucrările executate fără nici o raportare la o eventuală sarcină de plan de lucrări şi mai ales la ceea ce se putea lucra cu forţele de muncă de care dispune unitatea. Pentrucă, ce înseamnă a planifica lucrări pentru 5000 de om-ore şi a executa lucrări pentru 6000 om-ore, cînd cu timpul normal de lucru, oferit de muncitorii de bază, puteau fi executate lucrări însumînd 10.000 de om-ore?

Un răspuns cu privire la îndeplinirea şi depăşirea planului *nu* trebuie acceptat fără a se face legătura cu fondul orar al timpului de lucru. Şefii de sectoare, secţii şi subsecţii de reţele, ateliere, etc. trebuie judecaţi prin prisma răspunsurilor documentate date la întrebările: Cîţi oameni şi ce fond orar ai avut? Cît puteai produce şi ce ai produs în realitate (în om-ore)? Se consideră deci, că aici problema „cît" priveşte conţinutul planului, nu poate fi rezolvată decît prin prisma *capacităţii de lucru* a oamenilor, măsurată în om-ore, iar drept urmare, că planul numai atunci se va putea susţine că a fost îndeplinit şi depăşit, cînd o proporţie mai mare din fondul timpului de lucru al oamenilor, decît cea dată ca sarcină de plan, va fi întrebuinţată cu folos, adică efectiv pe lucrări.

S-a putut invoca, plecînd de la premiza, că nu trebuie pusă la îndoială grija pentru ocuparea din plin de către şef a capacităţii de lucru a fiecărui om, să se considere drept coeficient de îndeplinire sau depăşire a planului procentul de îndeplinire sau depăşire a normelor. O astfel de susţinere este greşită, deoarece dacă cineva care din 8 ore 4 stă cu braţele încrucişate, iar în cele 4 ore efectiv lucrate realizează 6 ore acordate, nu înseamnă că planul de lucrări poate fi considerat ca depăşit cu 50%, fiindcă apare clar, că sarcina de plan trebuia dată pentru 8 ore de lucru, sau luînd în considerare o depăşire a normelor cu 50%, pentru 12 ore de lucru.

De asemenea, alţii ar fi înclinaţi să acorde mare importanţă indicelui „plan valoric de lucrări", cuprinzînd lista reparaţiilor curente, a reparaţiilor capitale, a lucrărilor pentru investiţii, etc., ceea ce ar vrea să spună că o unitate oarecare numai atunci poate fi considerată că şi-a îndeplinit planul cînd a consumat întreaga valoare alocată la capitolele materiale, salarii, etc. Nimic mai greşit însă, deoarece cu un astfel de indice nu s-ar stăvili, ci s-ar încuraja risipa.

In concluzie, identificînd defecţiunea în *cheltuirea cu risipă a timpului de lucru al muncitorilor*, propunem să fie lansaţi şi urmăriţi de realizare următorii indici de bază necesari extinderii gospodăririi chibzuite atît la reţele cît şi la unităţile ajutătoare:

a) Timpul normal de lucru;
b) Producţia în om-ore şi
c) Goluri în muncă.

I. Indicii de bază

a) *Timpul normal de lucru*

exprimat în om-ore va fi stabilit de către unitatea de organizare a muncii pe secţii, subsecţii, etc., pentru următoarele 3 categorii de personal:

1. muncitori de bază (direct productivi);
2. muncitori auxiliari şi
3. tehnicieni, ingineri şi funcţionari.

Bineînţeles, acest indice interesează aici mai ales în legătură cu muncitorii de bază.

Procedeul de stabilire a „timpului normal de lucru" este următorul:

— din fondul calendaristic exprimat în om-ore (365 zile × 8 ore × număr muncitori) se scade timpul pentru zilele de sărbătoare, de odihnă, precum şi pentru concediile legale şi se obţine astfel „fondul de timp maxim posibil";

— din *fondul de timp maxim posibil* se scade procentul ce se acordă de plan pentru absenţe de la lucru: din cauză de boală, pentru îndeplinirea obligaţiilor cetăţeneşti, învoiri, întîrzieri, etc. De asemenea se scade un anumit procent de plan pentru *goluri în muncă* şi se obţine astfel „timpul normal de lucru," exprimat în om-ore, la care se vor adăuga eventualele ore suplimentare aprobate.

Este foarte important ca acest indice să fie stabilit, lansat şi urmărit pentru fiecare categorie de personal de mai sus, fiindcă numai aşa se va putea realiza o justă proporţionare între ele a diferitelor categorii de personal. Tendinţa va trebui să fie aceasta ca ponderea om-orelor muncitorilor de bază să fie în continuă creştere. Cu alte cuvinte, ca proporţia muncitorilor auxiliari, tehnicienilor, inginerilor şi funcţionarilor să fie în continuă descreştere faţă de muncitorii de bază.

Stabilirea timpului normal de lucru pe secţii şi subsecţii, pentru categoria *muncitori de bază*, prezintă importanţă şi prin aceea că va scoate la iveală eventuala utilizare a unor muncitori de bază la munci de birou, fapt care constitue o abatere de la disciplina de plan.

Ce exprimă indicele „timp normal de lucru" şi în ce constă importanţa lui:

a) Ca indice *de plan*, om-orele stabilite drept timp normal de lucru, arată sarcina cu privire la ceea ce normal, la fine de lună, va trebui să apară în statul de salarizare sub denumirea de „ore efectiv lucrate". Cu alte cuvinte, „timpul normal de lucru" dat ca sarcină va arăta cîte om-ore vor trebui să fie pontate ca ore efectiv prestate de către muncitorii de bază pe diferitele lucrări, formînd programul de producţie al secţiei.

Indicele „timp normal de lucru" va avea caracter de normă obligatorie cu privire la numărul de *ore utile* pe care va trebui să-l dea un anumit număr de muncitori de bază.

La stabilirea „timpului normal de lucru" se va avea în vedere ca procentele de goluri în muncă, precum şi procentele de absenţe dela lucru, lansate de plan, să fie suficient de mobilizatoare pentru şefii de secţii şi să ducă negreşit la reducerea risipei de timp.

b) Realizările la acest indice vor arăta modul de gospodărire a timpului de lucru al oamenilor. Va însemna anume bună gospodărire a timpului normal de lucru, atunci cînd cu un număr neschimbat de oameni va fi fost *realizat* un număr mai mare de om-ore utile, decît numărul lansat de plan. Spre exemplu, dacă sarcina (indicele) timpului normal de lucru a fost stabilită la început de perioadă, pentru muncitorii de bază ai unei secţii, la 5000 om-ore, va putea fi vorba de bună gospodărire atunci cînd din timpul disponibil al muncitorilor, pentru lucrări vor fi fost prestate efectiv mai mult de 5.000 ore--om, lucru urmărit chiar prin lansarea unui astfel de indice şi care lucru este posibil numai atunci cînd prin pregătirea din vreme a lucrului se vor reduce sub nivelul planificat golurile în muncă, sau cînd printr-o susţinută acţiune de lămurire, va scădea numărul învoirilor şi procentul absenţelor nemotivate.

Ca în cadrul unei secţii sau subsecţii să poată fi bine gospodărit timpul de lucru al oamenilor, este absolut necesar ca fiecare subdiviziune a întreprinderii să fie dotată la început de perioadă cît mai exact cu personalul reclamat de sarcinile de producţie (de lucrări) ale perioadei respective. Trebuie combătută cu toată vigoarea practica unor responsabili cu planificarea forţelor de muncă, care rup problema muncitorilor de bază de sarcinile de îndeplinire a programului de lucrări. De asemenea trebuie combătută şi tendinţa de îngheţare a secţiilor la un anumit număr de oameni, independent de programele de lucrări.

Deoarece *timpul normal de lucru* (exprimat în om-ore) va trebui să fie cel reclamat de programul de lucrări, va fi normal ca la stabilirea om-orelor de plan să fie eliminaţi din categoria muncitorilor de bază acei oameni care nu pontează efectiv pe lucrări, adică acei oameni care deşi încadraţi în categoria muncitorilor de bază, prestează, spre exemplu, munci de birou. In schimb va fi inclus în numărul om-orelor formînd acest indice timpul pe care eventual l-ar presta efectiv şi *obişnuit* pe lucrările încadrate în plan unele persoane din categoria tehnicienilor (spre exemplu: în cadrul planului de lucrări al utilizării energiei electrice, verificările de instalaţii interioare la consumatori se fac de către persoane cu încadrarea de tehnicieni, de asemenea măsurătorile şi antecalculele pentru oferte), fiindcă, în mod logic, dacă o lucrare anumită este încadrată în plan, atunci şi cel ce o va executa va trebui să fie inclus în „timpul normal de lucru".

Indicele „timp normal de lucru" stabilit la început de lună, va avea totuşi în cursul perioadei valoarea unui indice de perspectivă. *Timpul normal de lucru* de plan, care va fi pus faţă în faţă la fine de perioadă cu timpul normal de lucru *efectiv*, va fi cel recalculat în funcţie de mişcările survenite în cursul lunii în cadrul personalului, ca: angajări noi, transferări, detaşări, plecări, etc. In raport de acest „timp normal de lucru" *recalculat*, va fi judecat şeful de unitate.

b) *Producţia în om-ore*

Dacă „timpul normal de lucru" se majorează cu procentul de depăşire a normelor, se obţine „producţia în om-ore", care exprimată altfel reprezintă capacitatea de prestare a muncitorilor de bază şi a celor asimilaţi lor.

Locul central în sistemul de indici propus îl ocupă „producţia în om-ore". Modalitatea practică de stabilire a acestui indice este simplă. Iată anume un exemplu cu privire la procedura de urmat:

Secţia reţele urbane dispune la 20 martie 1956 de 30 de muncitori de bază, din care 20 formează brigada pentru revizii, reparaţii şi întreţinere a instalaţiilor de transport şi distribuţie a energiei electrice, 7 formează echipa de reclamaţii (care nu lucrează în acord) şi 3 formează echipa pentru întreţinerea iluminatului public.

Cum va fi stabilit planul de producţie al secţiei pentru luna aprilie 1956, exprimat bineînţeles în om-ore?

Drept un prim pas, secţia organizarea muncii va calcula *timpul normal de lucru* al muncitorilor de bază, care—dacă toţi lucrează direct productiv — va fi egal cu:

30 munc. × 208 ore = fond maxim posibil		6.240 om-ore
Se scade, spre exemplu:		
6% pentru absenţe	374	
20%/as. × 208 = 4 160 ore pentru transportarea cu întîrziere la locurile de muncă a celor 20 de muncitori din brigada de revizii, reparaţii şi întreţinere, precum şi pentru nepregătirea din timp, sau pentru greşita pregătire a lucrului, etc.	832	1.206 om-ore
Total timp normal de lucru . . .		5.034 om-ore

Care va trebui să fie „producţia în om-ore" (numărul om-orelor pontate ca prestate efectiv pe lucrări) măsurat celor 5.034 om-ore?

Aici s-ar putea ivi două cazuri: a) ca toţi cei 20 + 3 muncitori de bază (echipa de reclamaţii şi aşa este plătită după timpul de prezentă la lucru) să lucreze „în regie" şi b) ca lucrul să se efectueze şi în regie şi în acord.

In primul caz, volumul producţiei ce ar putea fi dat ca sarcină, ar fi tocmai 5.034 ore-om, faţă de care, dacă numărul muncitorilor de bază rămîne neschimbat, producţia efectivă ar putea fi mai mare sau mai mică de 5.034

ore-om, după cum procentele efective pentru absenţe şi goluri în muncă vor fi peste 6, respectiv 20%, sau sub nivelul sarcinilor de plan stabilite pentru aceşti indici. Şi bineînţeles, dacă numărul orelor întrebuinţate cu folos, adică efectiv pe lucrări şi pontate ca atare (plus orele celor 7 muncitori formînd echipa de reclamaţii), va fi sub 5.034 om-ore (din cauza absenţelor şi golurilor în muncă peste procentele de plan de 6, respectiv 20%, deturnarea unor muncitori de la destinaţia stabilită), planul va fi considerat ca neîndeplinit.

Pentru exemplificarea modului de calcul în cea de a doua alternativă, vom presupune întîi că brigada de revizii şi reparaţii, plus echipa pentru întreţinerea instalaţiilor pentru iluminatul public, lucrează numai în acord şi că depăşirile de acord de pînă acuma sunt în medie de 50%. In acest caz sarcina de producţie va putea fi egală cu 5.034 om-ore plus coeficientul de depăşire a normelor de către cei 23 muncitori de bază, adică plus 50% asupra 3.540 om-ore ($23 \times 208 = 4.784 - 26\%$, adică 6% pentru absenţe şi 20% pentru transportare cu întîrziere). Deci, volumul de ore de producţie va fi egal cu 5.034+1.770, adică cu 6.804 om-ore. Cu alte cuvinte, sarcina de plan este ca 6.804 om-ore să fie înscrise (pontate) pe lucrări drept ore realizate „în acord" şi fără „acord". Aceasta, adică 6.804 om-ore este capacitatea de producţie a oamenilor.

Lucrînd exact în condiţiunile de plan, cît priveşte oamenii, absenţele, golurile în muncă şi depăşirile de acord, planul ar fi îndeplinit întocmai 100%.

O astfel de coincidenţă va constitui însă o excepţie extrem de rară. Mult mai degrabă se va întîmpla ca „producţia în om-ore", deci orele achitate pe lucrări, să fie peste 6.804 om-ore şi totuşi absenţele şi golurile în muncă să fi crescut. Ajunge pentru aceasta ca normele să fi fost depăşite cu 75% în loc de 50%. La fel s-ar putea întîmpla ca timpul normal de lucru să fi fost foarte bine gospodărit, adică absenţele şi golurile în muncă să se fi redus şi totuşi producţia să rămînă sub 6.804 ore, lucru ce bineînţeles s-ar putea întîmpla numai atunci cînd prin absurd normele de timp ar fi fost stabilite peste puterile oamenilor.

De aceea, normal va fi *ca orice influenţă* a depăşirii sau nerealizării sarcinei de depăşire a normelor, asupra îndeplinirii sau neîndeplinirii planului de producţie în om-ore, să fie eliminată. Totuşi, pentrucă extinderea muncii în acord şi depăşirile de norme sunt de mare importanţă pentru întreprindere şi ca atare ele trebuind să fie stimulate, prezentul studiu va ţine neapărat seamă e acest lucru. Propunem de aceea, ca *din depăşirea peste procentul mediu de depăşire a normelor dat ca sarcină de plan, jumătate să fie recunoscut ca un punct favorabil şi ca un merit al şefului de unitate.* şi colaboratorilor lui tehnico-administrativi (în vederea premierilor). Ar rezulta deci, că dacă spre exemplu, depăşirile peste sarcina de depăşire a normelor reprezintă 25%, corectura pentru influenţa depăşirilor de norme să se reducă la 12,5%. In felul acesta, şeful de unitate nu se va lăsa în nădejdea compensării proastei gopodăriri a timpului de lucru prin depăşirile de norme, pentrucă din procentul de depăşire i se recunoaşte doar jumătate, dar totodată prin această jumătate el va fi destul de mult încurajat să realizeze depăşiri mai mari de norme, decît sarcina de plan.

Indeplinirea şi depăşirea de plan se va datora deci, în conformitate cu cele descrise mai sus, următorilor factori: 1) micşorării golurilor în muncă; 2) reducerii absenţelor (din învoiri, absenţe nemotivate, etc.); 3) utilizării chiar mai bune a oamenilor decît ceea ce s-a stabilit la început de lună cu secţia organizarea muncii (la strîmtoare poate pune mîna şi poate lucra efectiv şi maistrul, tehnicianul, etc., lucru ce bineînţeles se încurajează dacă este lăsat să se resfrîngă favorabil în sistemul celor 3 indici de bază) şi 4) realizarea unui procent mai mare de depăşire a normelor, decît sarcina de plan.

*

Din cele de mai sus s-a văzut, că indicele „producţia în om-ore" a fost stabilit ca cifră, plecînd dela muncitorii de bază din schema secţiei. Procedînd la însumarea orelor din devizele de întreţinere, reparaţii curente şi revizii periodice, formînd planul de lucrări al secţiei şi adăugînd la acest total din devize om-orele echipei de reclamaţiuni, va trebui să se ajungă în mod necesar la acelaşi rezultat, deoarece între programul de lucrări şi capacitatea de prestare a oamenilor trebuie să existe cuvenitul echilibru.

c) Goluri în muncă (întreruperi)

Golurile în muncă în literatura de specialitate se numesc „întreruperi". In prezentul studiu a fost aleasă altă denumire ca fiind mai expresivă. In plus, în specificul energiei electrice, cuvîntul întrerupere nu exprimă realitatea, pentrucă real aici este vorba de aşteptări (după mijloace de transport, după materiale, aşteptări cauzate de lipsă de plan, etc.)

Planul de conturi oferă posibilităţi depline înregistrării pierderilor din întreruperi. Astfel, cu ajutorul contului sintetic 138 vor fi evidenţiate pierderile din întreruperi din cauze exterioare, indiferent de durata lor.

Pierderile din întreruperi, din cauze interne şi din vina secţiilor sau conducerii întreprinderii se evidenţiază cu ajutorul conturilor analitice prevăzută în „Reguli de bază.." în subdiviziunea contului 130, respectiv 134.

Golurile în muncă sunt cauzate de lipsuri în organizare. Ele constituie rezerve interne imense în cadrul întreprinderilor de electricitate iar un astfel de indice este menit să devină cel mai eficace instrument de luptă împotriva risipei timpului de lucru.

Literatura sovietică de specialitate se ocupă foarte deaproape de întreruperile de lucru. I. S. Bebciuc, în cartea cu titlul „Evidența, calculația și darea de seamă..." (Ed. Tehn. 1952), reproduce imprimatul cu denumirea „Foaie de întreruperi", pe verso căreia se găsește uu nomenclator detaliat al întreruperilor :

Latura grea a indicelui „goluri în muncă" o constituie tendința și posibilitatea de ascundere a realității de către cei controlați. Aceasta mai ales pentru motivul, că prin călcarea dispozițiunilor în vigoare în multe din întreprinderile de elctricitate pontajul pe lucrări nu se face zilnic ci la intervale de mai multe zile.

„Rolul hotărîtor în organizarea evidenței golurilor în muncă revine maistrului. Inregistrarea corectă a timpilor morți depinde într-o măsură considerabilă de felul în care maistrul asigură în secția sa evidența pierderilor de timp de muncă, repartizate pe diferite cauze a golurilor în muncă". („Gospodărirea socialistă în interiorul uzinii", I. D. T. București 1955). Cunoașterea cauzei golurilor în muncă este foarte importantă, deoarece s-ar putea ca ele să fi fost provocate de alte secții și bineînțeles că în acest caz secția păgubită va fi desdăunată de secția care a cauzat golul în muncă.

In cazul întreprinderilor de electricitate cele mai multe goluri în muncă sunt cauzate de secția transporturi, pentru transportarea cu întîrziere a oamenilor la locurile de muncă.

Golurile în muncă sunt păgubitoare nu numai pentru întreprindere ci și pentru muncitori, deoarece pe timpul golurilor în muncă muncitorii nu primesc decît salariul tarifar. De aceea, organizația de partid și comitetul sindical vor trebui să intervină direct în acțiunea pentru micșorarea risipei de timp, arătînd muncitorilor cît sunt ei de păgubiți prin micșorarea proporției muncii în acord.

II. Incheiere

Cu ajutorul indicilor de mai sus munca va putea decurge mai organizat și mai planificat și la sectoarele rețele și secții ajutătoare și odată cu aceasta va putea fi micșorată mult actuala risipă de timp.

Lansînd și urmărind realizarea indicilor de mai sus și confruntînd periodic, cu regularitate, realizările cu ceea ce a fost planificat, se va obține un etalon mai eficace și mai obiectiv de apreciere a modului cum se muncește.

Ca propunerile de mai sus să-și dea roadele lor conducerea va trebui să le asocieze multă hotărîre și un bine organizat control de punere în aplicare. Dar mai ales responsabilul cu planul forțelor de muncă va trebui să se identifice cu problema și să o stăpînească.

Cheia în elaborarea și lansarea celor 3 indici de bază o constituie secția organizarea muncii și în special responsabilul cu planul forțelor de muncă. Evident, acești indici odată lansați, va fi tot atît de importantă o bună organizare a evidenței în legătură cu ea. Dacă nu se ține evidența realizărilor față de sarcinile (indici) de plan, lansarea însăși devine fără rațiune practică.

Propunerile din prezentul studiu formează obiectul unei inovații aprobate de Intreprinderea de Electricitate Orașul Stalin și propuse apoi forurilor superioare pentru generalizare.

Dat fiind faptul că Intreprinderea de Electricitate din Orașul Stalin nu este o întreprindere mare și cu personal numeros în sectoarele și secțiile vizate, cei trei indici de bază de mai sus nu apar, judecați prin prisma economiilor ce ar rezulta, în lumina adevăratei lor valori. In întreprinderi mai mari, ca energo-combinate, Electrodistribuția București, Intrepr. de Electricitate Cîmpina, etc. importanța problemei tratate va crește mult.

Dar obiectul prezentului studiu este important și din alt punct de vedere. Noile regulamente de premiere, care intră în vigoare pe data de 1 iulie 1956, leagă foarte mult — așa după cum este de altfel și logic — problema stimulării materiale, adică a premierii personalului, de îndeplinirea planului de întreținere și reparații curente și capitale a utilajului. Astfel la art. 13 se spune textual : „Maiștrii și muncitorii din echipele de întreținere și reparații care lucrează în uzini, stații, substații și rețele se premiază pentru îndeplinirea planului de reparații curente și capitale..."Iar pentru premierea la ateliere a personalului tehnic, administrativ și de conducere de asemenea se cere îndeplinirea planului de lucrări. O exprimare *enumeratorie sau valorică* a planului de lucru s-a văzut că nu spune nimic și nu combate risipa în cheltuirea timpului de lucru ; *planul se cere să fie exprimat aici în om-ore.* Prezentul studiu întîmpină prin urmare noile regulamente cu un răspuns elaborat din timp cu privire la unitatea de măsură în care să fie exprimate planurile de producție pentru subdiviziunile sectoarelor rețele și secții ajutătoare.

Indicele „producție în om-ore" a pătruns de altfel deja în textul noilor regulamente de premiere. Art. 14 (din Reg. pentru premierea muncitorilor) spune : "muncitorii care execută lucrări de branșamente, racorduri, coloane, montări și demontări de contori, pot fi premiați pentru îndeplinirea planului de lucrări exprimat în om-ore...".

Resursele hidroenergetice ale U.R.S.S.

U.R.S.S. este una din țările cele mai bogate din lume în resurse hidroenergetice. Mărimea și distribuția acestor resurse are o deosebită însemnătate, mai ales acum, cînd prinde viață marele program de construcții hidrotehnice al celui de al șaselea plan cincinal.

Etapele principale ale inventarierii potențialului hidroenergetic.

U.R.S.S., este una din primele țări în care s-a desfășurat o muncă sistematică de inventariere a resurselor hidroenergetice.

Pînă la revoluție, resursele hidroenergetice ale U.R.S.S. erau apreciate la 20 milioane kW. După revoluție, a început să se desfășoare o muncă susținută de inventariere a rezervelor de cărbune alb.

Inceputul a fost făcut de o comisie de pe lîngă Academia de științe a Rusiei, care a fost însărcintă să stabilească sursele naturale de energie ale Rusiei, în care bine înțeles intrau și sursele hidraulice. Lucrarea n-a fost terminată, reușindu-se însă să se inventarieze potențialul hidroenergetic al unor rîuri din nord, Caucazia și Altai.

Mai tîrziu, în perioada 1933—36 se editează „Atlasul resurselor energetice ale U.R.S.S.", în care s-au luat în considerare 647 rîuri mari și mijlocii.

Etapa următoare o constituie întocmirea de către Institutul Ghidroenergoproeict, în 1935 a „Schemelor de amenajare hidroelectrică", pe hidrocentre mai importante, ceea ce a permis o cunoaștere mai adîncă a resurselor hidroenergetice.

Aproape simultan s-a început să se lucreze la „Indreptarul resurselor hidroenergetice ale U.R.S.S.", încă neterminat.

In 1940 Institutul Ghidroenergoproiect a prelucrat schemele de amenajare hidroelectrică a 1132 rîuri din cuprinsul noilor granițe, cu care ocazie s-a făcut inventarierea potențialului hidroenergetic al U.R.S.S. Datorită faptului că nu

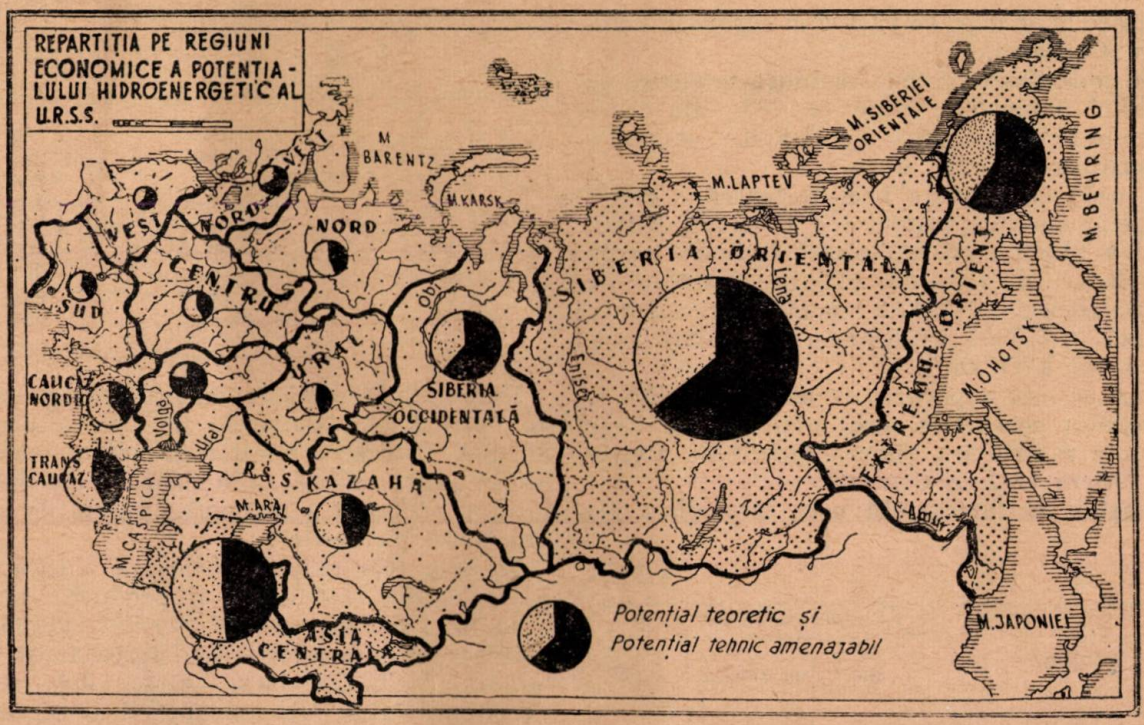


Fig. 1. Repartiția pe regiuni economice a potențialului hidroenergetic al U.R.S.S.

s-a utilizat o metodă unitară de calcul, a trebuit ca inventarierea să fie reluată după război de „Ghidroelectroproiect" în perioada 1946—1950. Astfel au fost cuprinse în inventariere 1477 rîuri, cu suprafața bazinului versant mai mare de 4 000 km², iar pentru rîuri de munte mai mare de 1 000 km².

Acestor rîuri le corespunde o putere teoretică de 340 milioane kW și o producție teoretică de energie de 2978 miliarde kWh într-un an normal. Dacă se iau în considerare și rîurile mici, care n-au fost cuprinse în inventariere, puterea teoretică se ridică la 420 milioane kW.

Repartizarea resurselor hidroenergetice pe teritoriul U.R.S.S. este dată în tabela 1 și reprezentată în fig. 1.

Se remarcă că partea asiatică a teritoriului U. R. S. S. dispune de resurse cu aproape

Tabela 1

Teritoriul	Suprafața $10^3 km^2$	Potențialul hidroenergetic teoretic			Potențial hidroenergetic specific
		MW	miliarde kWh	% din total	mii kWh/km²
URSS (în întregime)	22 270,6	340 000	2 978	100	133,7
Partea europeană și Caucazul	5 074	60 225	528	17,7	104,6
Partea asiatică	17 196,6	279 775	2 450	82,3	143,0

jumătate mai mari ca partea ei europeană, inclusiv Caucazul.

Din repartizarea resurselor hidroenergetice pe republici unionale, rezultă că 73% din toate resursele hidroenergetice ale U.R.S.S. se găsesc pe teritoriul R.S.S. Ruse.

In ceea ce privește însă potențialul hidroenergetic specific, primul loc îl ocupă R.S.S. Tadjică (1649,1 mii kWh/km² față de media pe U.R.S.S. de 133,7 mii kWh/km²) urmată de R.S.S. Georgiană (1277,9 mii kWh/km²) R.S.S. Kirkiză (677,3 mii kWh/km²), R.S.S. Armeană (493,6 mii kWh/km²).

Dacă se face împărțirea teritoriului U.R.S.S. pe regiuni economice, cele mai bogate apar regiunile răsăritene; Siberia Orientală, Extremul Orient și Asia Centrală.

Dosebit de interesantă este împărțirea resurselor hidroenergetice pe bazinele oceanelor și a mărilor care reiese din tabela 2

Tabela 2

Bazinul	Potențialul hidroenergetic teoretic		
	MW	Miliarde kWh	% din total URSS
Oceanul Atlantic			6,3
Marea Baltică	3 066	26,9	0,9
Marea Neagră	18 547	162,5	5,4
Oceanul Înghețat de N.			55,2
Marea Barcuț	9 008	78,9	2,6
Marea Karsk	89 682	785,6	26,4
Marea Laptev	70 551	618,0	20,8
Marea Siberiei	18 322	160,5	5,4
Oceanul Pacific			11,8
Marea Japoniei	2 077	18,2	0,6
Marea Ohotsk	33 610	294,4	9,9
Marea Behring	4 437	38,9	1,3
Lacuri și mări interioare	90 700	794,5	26,7

In mod deosebit iese în evidență bazinul Oceanului Înghețat de Nord care dispune de mai mult de jumătate din potențialul hidroenergetic al U.R.S.S.

Dintre rîurile cu resurse hidroenergetice însemnate (peste 20 miliarde kWh), aproximativ 80% se găsesc în răsărit (Siberia și Extremul Orient), 15% în Asia Centrală și abia 5% în partea europeană a U.R.S.S. Rîurile cu potențialul teoretic cel mai însemnat din cuprinsul granițelor U.R.S.S. sînt date în tabela 3.

Tabela 3.

Nr. crt.	Riul	Bazinul	Potențialul hidroenergetic teoretic	
			MW	Miliarde kWh
1	Lena	M. Laptev	18 358	161
2	Enisei	M. Karsk	18 213	160
3	Angara	Enisei	9 879	86
4	Amur	M. Ohotsk	6 432	56
5	Indighirca	M. Siberiei Orientale	6 199	54
6	Volga	M. Caspică	6 196	54
7	Narîn	Sir. Daria	5 944	52
8	Piandj	Amu Daria	5 822	51
9	Obi	M. Karsk	5 735	50

Potențialul teoretic reprezintă întreaga energie de care dispun cursurile de apă într-un an normal. Utilizarea acestei energii în întregime nu se poate realiza, din cauza imposibilității întregii căderi și a întregului volum de apă și din cauza pierderilor.

In anul 1950 existau proiectele a 1850 uzine hidroelectrice, totalizînd o producție de 585 miliadre kWh într-un an normal. Potențialul teoretic corespunzător era de aproximativ 1 000 miliarde kWh. Pe baza acestor date rezultă că potențialul tehnic amenajabil ar reprezenta 58% din potențialul teoretic. Ținînd seamă de posibilitățile reduse de amenajare ale rîurilor mici și ale cursului superior și inferior a rîurilor cu potențial energetic redus, se poate considera că potențialul tehnic amenajabil reprezintă rotund 50% din cel teoretic.

Potențialul economic amenajabil al U.R.S.S. nu a fost stabilit, deoarece mărimea lui depinde de mulți factori, variabili în timp. Potențialul economic amenajabil nu este considerat ca o mărime neapărat necesară în inventarierea potențialului hidroenergetic.

*) După Construcții Hidrotehnice nr. 4 pag. 13-20 Moscova

Ing. **A. Cogălniceanu**

Progresul tehnic al energeticii U.R.S.S. în cel de al IV-lea plan cincinal

Dezvoltarea energeticei sovietice în cel de-al 6-lea plan cincinal cuprinde pe lîngă urmărirea obiectivelor de bază ale cincinalelor precedente ca: mărirea producției de energie electrică, desvoltarea rețelelor de transport de înaltă tensiune etc., noi direcții de orientare tehnică.

Dintre acestea se menționează cele mai principale: extinderea sistemelor energetice existente și interconectarea lor în zona centrală a U.R.S.S., Siberia Centrală și Caucaz; construirea de centrale hidroelectrice de 3 200 MW; construirea de mari centrale termoelectrice (pînă la 1 200 MW) în sistemele energetice mari cu agregate de 100, 150 și 200 MW și amplasate în apropierea locurilor de extracție a combustibilului; construirea de centrale atomoelectrice; mărirea economiei instalațiilor termoelectrice prin folosirea parametrilor aburului de 130 ata și 565°C cu supraîncălzire intermediară; aplicarea sistemului bloc-cazan turbină la unitate de 200 MW la 220 ata și 600 °C și 300 MW la 300 ata și 650°C; însușirea experienței din exploatarea turbinelor cu gaze și construirea de noi tipuri; dezvoltarea termoficării industriale și urbane în marile orașe precum și lichidarea rămînerii în urmă a construirii rețelelor termice; modernizarea centralelor electrice cu randamente scăzute prin extinderea lor cu turbine înaintate.

Realizarea transportului în curent continuu de înaltă tensiune și dezvoltarea studiilor în legătură cu problema liniilor de 400 kV; automatizarea și mecanizarea tuturor centralelor electrice ce se construiesc în cel de-al 6-lea plan cincinal.

Eforturile energeticienilor în crearea condițiilor pentru ducerea la îndeplinire a sarcinilor ce le stau în față sporesc pe zi ce trece. Numai în cursul celui de-al 5-lea plan cincinal, instalațiile energetice de înaltă presiune au crescut de 5,2 ori și reprezintă 52,5% din puterea instalată a centralelor termoelectrice ale Ministerului Centralelor Electrice. La centralele hidroelectrice, toate turbinele și generatoarele sînt automatizate.

În cincinalul trecut s-a proiectat și construit linia electrică de transport de 400 kV Kuibîșev — Moscova; s-au cercetat și studiat problemele arderii în focare ciclon, epurarea chimică foarte accentuată; s-a montat turbina de gaze la CET — VTI etc.

Eforturi deosebite au fost depuse în problema extracției turbei; gradul de mecanizare a lucrărilor la zăcămintele de turbină a crescut de la 63,2 la 100%.

În problema îmbunătățirii indicilor tehnico-economici la centralele electrice s-au obținut de asemenea rezultate importante. Consumul specific de cărbune a scăzut de la 542 g/kWh în 1950, la 479 g/kWh în 1955; prețul de cost al energiei în acest timp a scăzut cu 25%, iar personalul pe 1 000 kW instalați a scăzut cu 38%.

În cel de al 6-lea plan cincinal, Directivele celui de al XX-lea congres al PCUS prevăd introducerea a 35 de noi tipuri de agregate, turbine, cazane și generatoare la centralele termoelectrice.

Interconectarea puternicelor sisteme energetice ale Centrului Sudului și Uralului cu centralele hidroelectrice Kuibîșev și Stalingrad cu ajutorul liniilor electrice de curent alternativ de 400 kV și curent continuu de 800 kV, creează sistemul energetic al părții europene a U.R.S.S., la care, în cincinalul 6 se vor interconecta 15 sisteme energetice de la Kiev, Harcov Kalinin, Saratov etc., care în momentul de față sînt izolate.

La sfîrșitul anului 1960 partea europeană a U.R.S.S. va avea circa 30 milioane kW instalați, dintre care 25% vor fi în centrale hidroelectrice.

În Siberia centrală punerea în funcțiune a centralelor hidroelectrice de la Irkutsk, Bratsk pe Angara și la Krasnoiarsk, pe Enisei, precum și construirea în această zonă a unor mari CTE vor face posibilă creerea unui puternic sistem energetic necesar dezvoltării industriei de aluminiu, de titan și altele. De la acest sistem va fi alimentat cu energie electrică și uralul printr-o rețea electrică de 400 kV.

Pentru transportul energiei electrice la mare distanță cu ajutorul rețelelor de curent continuu, se va studia și proiecta linia Stalingrad-Donbass.

Dezvoltarea și interconectarea sistemelor energetice se va face ținînd seama de alimentarea cu energie a tuturor regiunilor industriale, a transporturilor și agriculturii, precum și de dezvoltarea acelor sisteme care sînt economice din toate punctele de vedere. În acest fel se vor elimina disproporțiile existente în consumul specific de combustibil, care de exemplu la 309 de centrale electrice de putere mică și medie (5—50 MW) a fost cu 40% mai ridicat decît cel mediu pe întregul minister al centralelor electrice.

În cel de al 6-lea plan cincinal puterea unitară a centralelor hidroelectrice va crește: de la 640 MW (C.H.E. pe Nipru) la 2 300 MW (C.H.E. Stalingrad) și 3 200 MW (C.H.E. Bratsk și Krasnoiarsk), iar puterea unitară a turbinelor hidraulice de la 105 MW (C.H.E. Kuibîșev)

la 200 MW (C.H.E. Bratsk) şi 250—300 MW (C.H.E. Krasnoiarsk).

Actualmente 85% din puterea instalată a centralelor hidroelectrice este amplasată în partea europeană a U.R.S.S. şi numai 15% în Asia Centrală. Punerea în funcţiune a centralelor hidroelectrice ce se construiesc în cel de al 6-lea cincinal va schimba acest raport la 60% şi 40%.

Pentru CTE, debitul cazanelor de abur va creşte de la 230 t/h la 420—640 t/h. Se va rezolva problema arderii combustibililor inferiori cu 45% cenuşă şi a celor cu 50% umiditate.

Toate centralele termoelectrice ce se vor construi începînd din 1957 vor folosi sistemul bloc turbină — cazan.

La sfîrşitul anului 1960 vor fi date în exploatare 10 centrale termoelectrice de 600—1 200 MW construite în zona de extracţie al combustibilului.

În anul 1960 va fi dat în exploatare blocul format dintr-o turbină de 300 MW şi cazanul de 850 t/h la 300 ata şi 650°C. Mai mult de 90% din puterea electrică ce se va instala în cel de al 6-lea plan cincinal, va avea parametrii 100—220 ata şi 535—600°C, ceea ce va conduce la o economie de combustibil de 11—15%.

Construcţia centralelor atomoelectrice va atinge 2 500 MW, în primul rînd în regiunile îndepărtate de bazele de combustibili şi se vor folosi reactori de 50—200 MW fiecare.

Construcţia turbinelor cu gaze de 25—30 MW cu folosirea gazeificări subterane sau a gazelor din industria siderurgică şi valorificarea gazelor de ardere pentru termoficare va aduce o nouă bază de alimentare cu energie termică a oraşelor ce se construiesc în această perioadă.

În problema reducerii consumului specific de combustibil, energeticienii sovietici vor trebui să depună eforturi, în special în problema reducerii termoficării gazelor de ardere, reconstruirii paletajelor turbinelor etc., iar la centralele cu parametrii reduşi pentru introducerea ciclurilor înaintaşe.

În anul 1960 consumul specific de combustibil va trebui să scadă cu 15—16% faţă de 1955.

Rezolvarea problemelor de planificare şi a celor organizatorice impun planificarea consumurilor specifice de cărbune pe kW/h livrat de centrală (ci nu produs de agregat) şi o producţie energetică pe sistem energetic (nu pe centrale electrice separate); repartiţia economică a sarcinilor electrice pe agregate, a combustibilului la centrale etc., oferă posibilitatea de a reduce consumul specific de cărbune cu încă 1,5—2,0%.

În cel de al 6-lea plan cincinal se va rezolva problema înlocuirii stîlpilor reţelelor electrice cu stîlpi prefabricaţi din beton armat; se vor reface calculele elementelor reţelelor şi se va simplifica montajul ce va face posibilă ieftinirea lor cu 8—12%.

Se vor proiecta staţii cu un singur sistem de bare, fără personal de deservire.

Folosirea curentului alternativ pentru instalaţiile de mecanizare şi automatizare va uşura exploatarea şi va simplifica bateriile de acumulatori.

Indeplinirea obiectivelor energetice ale celui de al 6-lea plan cincinal al U.R.S.S. vor da posibilitatea de a se pune la dispoziţia economiei sovietice noi instalaţii energetice cu eforturi materiale şi de personal minimale.

Electriceskie Stanţii nr. 6 (1956) pag. 1–4.

Ing. G. Colţ

Prima Conferinţă a electricienilor din R.P.R.

Se aduce la cunoştinţă că Prima Conferinţă a Electricienilor din R.P.R., pe care o organizează Consiliului Central A.S.I.T., Secţia Energetică-Electrotehnică şi care era programată pentru trimestrul III 1956 a fost amînată pentru primăvara anului 1957, pentru ca această manifestare să poată fi orientată spre obiectivele principale fixate în urma celui de al doilea Congres A.S.I.T.

Referate pentru această conferinţă se mai primesc pînă la 15 decembrie a.c.

Detalii asupra obiectului Conferinţei şi a conţinutului referatelor au fost publicate în nr. 2 din anul 1956 al revistei şi pot fi obţinute de asemeni la Secretariatul Secţiei Energetică-Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., Bucureşti str. Dionisie Lupu nr. 37, telefon 2.66.45.

COMITETUL SECŢIEI ENERGETICĂ – ELECTROTEHNICĂ
AL CONSILIULUI CENTRAL A.S.I.T.

Sesiunea parțială a conferinței mondiale a energiei Belgrad 1956

Comitetul Național Jugoslav al Conferinței Mondiale a Energiei a remis recent programul tehnic pentru sesiunea parțială din Belgrad 1957 cu tema generală :

„Energia ca factor de dezvoltare a țărilor slab dezvoltate din punct de vedere economic".

Comitetul consideră că această temă nu este interesantă numai pentru acele țări care se pregătesc pentru industrializare, ci și pentru statele industriale, a căror industrii de export vor cunoaște prin aceasta structura viitoarelor pieți de o capacitate neașteptată.

Tema va fi tratată în două grupe principale :

A. Aspecte economice

1. Relații dintre consumul de energie și creșterea venitului național al țărilor slab dezvoltate.
2. Volumul optim anual al investițiilor pentru producția și utilizarea de energie în țări economic slab dezvoltate.
3. Influența volumului redus sau a lipsei totale a resurselor de energie indigenă asupra ritmului de creștere economică a țărilor slab dezvoltate.
4. Influența calității reduse a disponibilităților de combustibil fosil asupra ritmului de creștere economică a țărilor slab dezvoltate.
5. Urmări probabile ale instalării centralelor atomoelectrice asupra ritmului și caracterului creșterii economice în țări slab dezvoltate.
6. Probleme economice ale țărilor slab dezvoltate, care dețin resurse de energie mai mari decît pot să utilizeze în viitorul apropiat.
7. Importanța economică a utilizării complexe a cursurilor de apă în țări slab dezvoltate.
8. Importanța economică a utilizării complexe a combustibililor fosili în țări slab dezvoltate.
9. Importanța economică prezumată a utilizării energiei nucleare în țări slab dezvoltate.
10. Finanțarea economiei energetice în țări slab dezvoltate.

B. Aspecte tehnice

1. Utilizarea integrală a cursurilor de apă.
2. Utilizarea integrală a combustibililor solizi de calitate redusă.
3. Utilizarea energiei nucleare.
4. Energie și agricultură.
5. Energie pentru industriile producătoare de metal, chimice și altele.

Sesiunea parțială a conferinței mondiale a energiei Montreal 1953

Cea de a 12-a sesiune parțială este programată pentru septembrie 1958 în Montreal (Canada) cu următoarea temă generală :

Tendințe economice de dezvoltare în producția, transportul și consumul de combustibil și energie.

Comitetul național canadian a elaborat un program tehnic provizoriu, insistîndu-se asupra analizării influențelor problemelor economice asupra dezvoltării tehnice a energeticii.

Se pun în discuție următoarele teme :

I. Producție

A. Energie hidraulică.

B. Energie termică.

1. Producția de combustibil.
   a) cărbuni ; *b*) petrol ; *c*) gaze ; *d*) substanțe fisionabile.
2. Producția de energie.
   a) combustibili convenționali ; *b*) energie nucleară.

C. Alte surse de energie.

II. Transport

D. Transportul energiei electrice.

E. Transport prin cale ferată.

F. Transport pe apă.

G. Conducte.

H. Alte mijloace de transport.

III. Consumul de energie

I. Industrie.

J. Comerț.

K. Agricultură.

L. Consum casnic.

Pentru a putea urmări evoluția de ansamblu pe bază de comparații, este de dorit ca rapoartele să conțină pe lîngă costurile în valutele naționale și consumurile în ore de muncă. Este indicat a adăuga și o repartizare procentuală a costurilor parțiale (planificare, producție, montaj, administrație și exploatare).

v. b.

Infiinţarea Comitetului Naţional Romîn pentru Participarea la Conferinţele Energetice şi Electrotehnice Internaţionale

Cunoaşterea realizărilor ştiinţifice şi tehnice din alte ţări, informarea unor cercuri largi de ingineri şi tehnicieni asupra celor mai noi realizări din ţările cu tehnica cea mai avansată şi folosirea acestor informaţii prin aplicarea experienţei din alte părţi în condiţiile ţării noastre pentru ridicarea continuă a nivelului tehnic, formează de mult una din preocupările importante ale Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor.

O cale foarte eficientă pentru cunoaşterea experienţei altor ţări şi pentru schimbul de informaţii cu caracter tehnic îl formează conferinţele, congresele, reuniunile şi alte manifestări internaţionale cu caracter de specialitate.

Pentru a se asigura o participare mai bine organizată la asemenea manifestări prin care să se facă cunoscute realizările din ţara noastră şi pentru a se asigura folosirea cît mai completă şi mai largă a experienţei cîştigate de pe urma unor asemenea participări, Consiliul Central al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor, la propunerea Secţiei Energetică şi Electrotehnică a luat iniţiativa creierii în cadrul său a unui „Comitet Naţional Romîn pentru Participarea la Conferinţele Energetice şi Electrotehnice Internaţionale" prescurtat C.R.P.C.E.

Deşi abia înfiinţat, acest comitet, a asigurat participarea unor delegaţi din R.P.R., la trei importante conferinţe internaţionale energetice şi electrotehnice care s-au ţinut în acest an şi anume :

— a şasea Conferinţă Mondială a Energiei—ţinută între 17 şi 22 iunie 1956 la Viena ;

— a 16-a Conferinţă Internaţională a Marilor Reţele Electrice ţinută la Paris între 30 mai şi 6 iunie 1956 ;

— reuniunea de la München a Comisiei Electrotehnice Internaţionale ţinută între 26 iunie şi 6 iulie 1956.

Comitetul Naţional Romîn pentru Participarea la Conferinţele Energetice şi Electrotehnice Internaţionale este condus de un preşedinte, care este preşedintele secţiei a treia de Ştiinţe Tehnice a Academiei R.P.R., are un număr de vicepreşedinţi, un secretar general şi un număr de membri care sînt fie reprezentanţii minsterelor şi instituţiilor care au în preocupările lor problemele de energetică sau de electrotehnică, fie oameni de ştiinţă sau tehnicieni cunoscuţi prin activitatea lor în acest domeniu.

Componenţa actuală a Comitetului este următoarea :

Preşedinte,

Academician prof. ing. *I. S. Gheorghiu* : Preşedintele secţiei a III-a de Ştiinţe Tehnice a Academiei R.P.R.

Vicepreşedinţi.

Prof. ing. *M. Bercovici* : Membru corespondent al Academiei R.P.R. preşedintele secţiei Electricitate din A.S.I.T.

Prof. ing. *C. Dinculescu* : Membru corespondent al Academiei R.P.R. preşedinte al „Comitetului Naţional Romîn pentru Conferinţa Mondială a Energiei".

Acad. prof. ing. *C. Budeanu* : Preşedinte al „Comitetului Naţional Romîn pentru Conferinţa Internaţională a Marilor Reţele Electrice".

Prof. dr. ing. *R. Răduleţ* : Membru corespondent al Academiei R.P.R. preşedinte al „Comitetului Electrotehnic Romîn".

Secretar general,

Conf. ing. *G. Lazaride* : Director general în Ministerul Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice.

Membrii :

Ing. *Gh. Cioară* : Ministrul Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice.

Ing. *I. Mincu* : Ministrul Minelor.

I. Dumitru : Ministrul Petrolului

Prof. dr. ing. *T. Tănăsescu* : Membru corespondent al Academiei R.P.R. Vicepreşedinte al Asociaţiei Tehnicienilor şi Inginerilor din R.P.R.

E. Matiaş: Vicepreşedinte la Comitetul de Stat pentru Tehnică.

Acad. Prof. *C. Bădărău* : Director al Institutului de Fizică al Academiei R.P.R.

Acad. prof. dr. Ing. *C. Micloşi* : Profesor la Institutul Politehnic Timişoara.

Prof. dr. ing. *Cristea Mateescu* : Membru corespondent al Academiei R.P.R.

Ing. *H. Iancu* : Locţiitor al Ministrului Petrolului.

Ing. *Gh. Covaci* : Vicepreşedinte al Comitetului de Stat al Planificării.

Prof. ing. *I. Miletineanu* : Directorul General al Oficiului de Stat pentru Standarde, Vicepreşedinte al Comitetului Electrotehnic Romîn.

Prof. ing. *A. Popescu* : Institutul Politehnic Bucureşti.

Prof. dr. ing. I. *S. Antoniu* : Vicepreşedinte al Comitetului Naţional pentru conferinţa Internaţională a Marilor Reţele Electrice.

Prof. dr. ing. *A. Avramescu* : Membru corespondent al Academiei R.P.R. Vicepreşedinte al Comitetului Electrotehnic Romîn.

Pentru a asigura o participare corespunzătoare a delegaţilor ţării noastre la organizaţiile internaţionale energetice şi electrotehnice, permanente, cu caracter tehnico-ştiinţific — la care R.P.R. este înscrisă ca membră, Comitetul Naţional Romîn pentru Participarea la Conferinţele Energetice şi Electrotehnice Internaţionale — poate înfiinţa în cadrul său aşa numite „Comitete de specialitate".

Astfel, în urma admiterii, R.P.R. în iunie 1956 ca membră a Conferinţei Mondiale a Energiei (World Power Conference W.P.C.) ca urmare a cererii A.S.I.T., C.R.P.C.E. a înfiinţat „Comitetul Naţional Romîn pentru Conferinţa Mondială a Energiei" a cărei componenţă este următoarea :

Preşedinte :

Pof. ing. *C. Dinculescu* : Membru corespondent al Academiei R.P.R. Locţiitor al Ministrului Învăţămîntului.

Vicepreşedinte

Prof. ing. *M. Bercovici* : Membru corespondent al Academiei R.P.R. Preşedintele secţiei Electricitate ASIT.

Secretar

Conf. ing. *I. D. Stăncescu* : Energetician şef al Institutului de Studii şi Proiectări Energetice.

Membrii

Acad. prof. dr. *A. Codarcea* : Vicepreşedinte al Institutului Geologic.

Prof. dr. ing. *T. Tănăsescu* : Membru corespondent al Academiei R.P.R. director adjunct a Institutului de Fizică Atomică al Academiei R.P.R.

Prof. dr. ing. *R. Rădulet* : Membru corespondent al Academiei R.P.R. directorul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.

Prof. dr. ing. *Cr. Mateescu* : Membru corespondent al Academiei R.P.R., Hidrotehnician şef al Institutului de Studii şi Proiectări Energetice.

Prof. dr. ing. *D. Pavel* : Hidroenergetician Şef al Institutului de Studii şi Proiectări Energetice

Prof. dr. ing. *I. Blum* : Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

Ing. *Gh. Covaci* : Vicepreşedinte al Comitetului de Stat al Planificării.

Ing. *H. Iancu* : Locţiitor al Ministrului Industriei Petrolului

Ing. *Bujor Almăjan* : Locţiitor al Ministrului Minelor.
Ing. *V. Motaş* : Ministerul Industriei Petrolului.
Ing. *M. Bogdan* : Preşidenţia Consiliului de Miniştri.
Ing. *E. Vişchi* : Ministerul Minelor
Ing. *V. Boico* : Directorul Combustibililor la Comitetul de Stat al Planificării.
Ing. *I. Saphier* : Comitetul de Stat al Planificării.
Ing. *A. Georgescu* : Director General în Ministerul Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice.
Prof. ing. *St. Gheorghiu* : Termician şef al Institutului de Studii şi Proiectări Energetice.
Ing. *N. Negrescu* : Ministerul Metalurgii şi Construcţiilor de Maşini.
Ing. *Egy* : Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

Acest comitet şi-a fixat în programul său studierea materialului celei de-a 6 Conferinţe Mondiale a Energiei constînd din referate din domeniile : situaţia şi dezvoltarea economiei energetice a diferitelor ţări ; tratarea şi transformarea combustibililor ; exploatarea resurselor primare de energie (centrale termoelectrice, hidroelectrice, energie nucleară şi alte resurse) ; epurarea apelor industriale şi gazelor de eşapare în economia energetică ; cooperarea internaţională în domeniul economiei energetice, şi recomandarea folosirii acelor probleme care interesează ţara noastră.

Tot în programul comitetului este înscrisă pregătirea participării ţării noastre la Conferinţa parţială a Conferinţei Mondiale a Energiei care va avea loc în 1957 la Belgrad cu tema : „Energia ca factor de dezvoltare a ţărilor slab dezvoltate din punct de vedere economic."

Intrucît C.R.P.C.E. a cerut şi s-a admis de către Conferinţa Internaţională a Marilor Reţele Electrice (Conference Internationale des Grands Réseaux Electriques—CIGRE) înscrierea sa ca comitet naţional, în cadrul C.R.P.C.E. s-a înfiinţat Comitetul Naţional Romîn pentru Participarea la Conferinţa Internaţională a Marilor Reţele Electrice, cu componenţa următoare :

Preşedinte

Acad. Ing. *C. Budeanu* : Profesor la Institutul Politehnic Bucureşti.

Vicepreşedinte

Prof. dr. ing. *I. S. Antoniu* : Decan al Facultăţii Electrotehnica Institutul Politehnic Bucureşt

Secretar

Conf. ing. *C. Mihăileanu* : Director tehnic în Ministerul Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice.

Membri

Prof. ing. *M. Bercovici* : Membru corespondent al Academie R.P.R. preşedinte al Secţiei Electricitate A.S.I.T
Prof. dr. ing. *T. Tănăsescu* : Membru corespondent al Academiei R.P.R. director adj. al Institutului de Fizică Atomică al Academiei R.P.R.
Acad. prof. dr. ing. *C. Micloşi* : Profesor la Institutul Politehnic Timişoara.
Prof. dr. ing. *A. Avramescu* : Membru corespondent al Academiei R.P.R.
Prof. dr. ing. *C. A. Partenie* : Rector al Institutului Politehnic Bucureşti.
Ing. *Emil Constantinescu* : Director tehnic al Institutului de Studii şi Proiectări Energetice.
Prof. dr. ing. *V. Corlăteanu* : Institutului Politehnic Iaşi.
Conf. Ing. *C. Apetrei* : Director ştiinţific al Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.
Ing. *Paul Dimo* : Electrician şef al Institutului de Studii şi Proiectări Energetice.
Ing. *V. Nitu* : Candidat în Ştiinţe Tehnice. Institutul de Studii şi Proiectări Energetice.
Ing. *E. Potolea* : Candidat în ştiinţe tehnice. Institutul Politehnic Bucureşti.

In afară de problema studierii şi folosirii materialului cuprins în cele 117 referate ţinute la cea de a 16-a conferinţă a acestei organizaţii, acest comitet şi-a fixat un program pentru pregătirea unor referate la următoarea sesiune a CIGRE care va avea loc în 1958.

La cererea Oficiului de Stat pentru Standarde, R.P.R. a fost admisă ca membră a Comisiei Electrotehnice Internaţionale (Comission Electrotechnique Internationale—CEI).

Pentru a se asigura participarea R.P.R. la lucrările acestei comisiuni — tot CRPCE a organizat „Comitetul Electrotehnic Romîn" — prescurtat CER, avînd următoarea componenţă :

Preşedinte

Prof. dr. ing. *R. Răduleţ* : Membru corespondent al Acad. R.P.R, Directorul Institutului de Energetică al Acad. R.P.R.

Vicepreşedinţi

Prof. ing. *I. Miletineanu* : Director General al Oficiului de Stat pentru Standarde.
Prof. dr. ing. *A. Avramescu* : Membru corespondent al Academiei R.P.R.

Membri

Acad. prof. ing. *C. Budeanu* : Institutului Politehnic Bucureşti.
Prof. ing. *M. Bercovici* : Membru Corespondent al Academiei R.P.R.
Prof. dr. ing. *T. Tănăsescu* : Membru corespondent al Acad. R.P.R, director adj. al Institutului de Fizică Atomică
Prof. dr. ing. *C. Partenie* : Rector al Institutului Politehnic Bucureşti.
Prof. dr. ing. *P. Ardronescu* : Institutul Politehnic Timişoara
Prof. dr. ing. *I. S. Antoniu* : Decan al Facultăţii Electrotehnice, Institutul Politehnic Bucureşti.
Prof. ing. *A. Popescu* : Institutul Politehnic Bucureşti.
Conf. Ing. *V. Iancovici* : Locţiitor al Ministrului Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice.
Conf. Ing. *G. Lazaride* : Director în Ministerul Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice.
Conf. Ing. *A. Schwefelberg* : Director în Ministerul Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice.
Ing. *N. Nicolae* : Director General în Ministerul Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice.
Conf. Ing. *R. Stere* : Director, Institutul de Cercetări şi Proiectări Electrotehnice.
Ing. *N. Atias* : Oficiul de Stat pentru Standarde.
Prof. ing. *Gh. Cartianu* : Institutul Politehnic Bucureşti.
Prof. ing. *S. Condrea* : Institutul Politehnic Bucureşti.
Prof. dr. ing. *N. Boţon* : Institutul Politehnic Iaşi.
Ing. *Gh. Hortopan* : Institutul de Cercetări şi Proiectări Electrotehnice.
Ing. *E. Gross* : Ministerul Poştelor şi Telecomunicaţiilor
Ing. *M. Steru* : Institutul de Cercetări şi Proiectări Electrotehnice.

Programul de lucru a acestui comitet constă în principal în participarea la lucrările permanente de standardizare pe scară internaţională în domeniul electrotehnic făcute de C.E.I. prin Comitetele sale tehnice, şi evident, de folosire a tuturor materialelor primite pentru îmbunătăţirea standardizării noastre în acest domeniu.

De asemenea acest comitet urmează să se ocupe de folosirea Vocabularului Electrotehnic Internaţional, întocmit de C.E.I la precizarea propriului nostru vocabular în acest domeniu.

Acest comitet trebuie să asigure participarea R.P.R. la lucrările diferitelor reuniuni ale celor 42 de comitete tehnice C.E.I. şi a reuniunii generale care va avea loc în 1957 la Moscova.

In afară de aceste trei comitete de specialitate, C.R.P.C.E. pe măsura necesităţilor, are în program formarea şi a altor asemenea comitete.

Comitetul Naţional Romîn pentru Participarea la Conferinţele Energetice şi Electrotehnice şi Comitetele sale de specialitate reprezintă o formă organizatorică a cărei lipsă era de mult simţită, şi care trebuie să aibă un rol de mare importanţă în sprijinirea introducerii tehnicii noi în domeniul energetic şi electrotehnic prin folosirea cuceririlor ştiinţei şi tehnicii din toată lumea.

Ing. G. Lazaride

Energetica generală

Energia nucleară în bilanțul energetic european viitor. S B.Z. an 74 (1956) nr. 8 pag. 110—111 și Bulletin S.E.V. (1956), nr. 9 pag. 10.

Din bilanțul energetic cuprins în raportul secretariatului comisiei pentru energia electrică a ECE rezultă că aproape nici una din țările europene nu dispune de suficiente resurse de energie brută pentru a-și acoperi necesarul din decursul viitorilor 20 ani, așa că ele vor fi obligate să recurgă la importuri sau la energia nucleară. Cu toate că resursele în combustibili solizi sînt încă foarte mari, capacitatea de producție este limitată din motive tehnice și sociale. Resursele de petrol, greu de determinat, constituie în Europa numai circa 2 ‰ din resursele de combustibili solizi. Resursele de păcură și gaze naturale sînt totuși în creștere, datorită unor lucrări de explorare extinse. Tot așa de deficitară este aprecierea resurselor hidroenergetice însă nefolosite, evaluate la 20—30 % din cantitățile teoretice posibile.

In afară de repartizarea geografic neegală a cererilor de energie și a resurselor, se constată și o slabă compensare a energiei brute între țări, ca efect al costurilor ridicate de transport.

Din perspectivele dezvoltării viitoare rezultă că în țările cu alimentare energetică bazată mai ales pe energia hidroelectrică (Spania, Finlanda, Italia, Elveția, Suedia) întreg potențialul hidroenergetic va fi amenajat în decurs de 20 ani. După această perioadă, numai Austria, Norvegia, Portugalia, Romînia, Turcia și Jugoslavia vor mai dispune de un anume potențial hidroenergetic neamenajat. Dar și în țările cu resurse primare fosile de energie vor trebui să se asigure de noi resurse, din cauza limitelor impuse producției. Aceasta se resimte deja în Anglia. Raportul încearcă să stabilească costurile de producție ale energiei atomo-electrice și să le compare cu costurile energiei primare tradiționale. Evaluările sînt încă nesigure. Se cunoaște încă puțin despre durata elementelor care compun reactorii sau asupra prețului plutoniului. Sigur este numai că centralele pe bază atomică cer investiții considerabile care desigur că vor scădea cu progresul tehnic, cu mărirea instalațiilor și cu gradul de utilizare. In tot cazul, nu se poate încă susține că energia nucleară ar putea să concureze energia produsă pe cale termică. Ar fi indicat să se urmărească dezvoltarea liniilor de interconectare între țările europene și posibilitățile de continuare a amenajărilor hidroelectrice. Energia centralelor pe firul apei va fi încă mult timp mai ieftină decît cea produsă prin fisionare atomică. Pentru acoperirea vîrfurilor, centralele cu acumulare vor fi tot mai necesare, deoarece centralele nucleare vor avea rolul de acoperire a sarcinii de bază. Rămîne prin urmare în vigoare necesitatea de a intensifica pe cît posibil ritmul amenajărilor hidroelectrice și favorizarea schimbului de energie cu țările sărace în energie hidraulică brută.

E 248 *v. b.*

Central Electricity Authority în *1955*, Oe.Z.E. an 9 (1956) nr. 2 pag. 54—55.

Intreprinderea etatizată a economiei electroenergetice engleze, înființată în 1947 prin legea de naționalizare cu denumirea de British Electricity Authority, modificată la 1.IV.1956 în Central Electricity Authority, a preluat la 1.IV.1948 toate instalațiile electroenergetice din Anglia, cu excepția unor centrale mici fără importanță și a sistemului din nordul Scoției. CEA are monopolul producției de energie electrică și de distribuție pe rețelele de înaltă tensiune. Cele 14 oficii regionale sînt simple întreprinderi de distribuție. Darea de seamă pe 1955 conține o serie de date interesante] despre situația și perspectivele investițiilor și producției energetice, din care extragem următoarele:

C.E.A. dispune de 294 centrale, cu o putere instalată de 20,17 GW (9,1 % mai mult decît în anul precedent și 63,9 % decît la naționalizare). Se intenționează mărirea puterii instalate la 26, 76 GW pînă în 1960. Sînt deja aprobate construcțiile unor centrale termoelectrice de 300 MW (cu unități între 60 și 200 MW) și ale unor centrale hidroelectrice de 49 MW. După datele din 1955 se prevede construcția pînă în 1965 a 12 centrale atomoelectrice în total 1,5—2,0 GW, din care 2 urmează să fie începute în 1957 și puse în funcțiune în 1960—1.

Producția de cărbune indigenă a devenit insuficientă pentru a face față consumului, așa că Anglia a început să importe cărbuni, CEA fiind chiar cel mai mare client. Intrucît se prevede că nici în acest mod nu se va putea acoperi necesarul de cărbuni, se pregătește trecerea pe păcură, ceea ce, împreună cu introducerea energiei nucleare, modifică structural întreg sectorul economiei naționale al producției de energie electrică, cu importante înrîuriri asupra celorlalte sectoare.

Darea de seamă trece în revistă diversele probleme de producție, randamente termice, politică tarifară, statistica consumului și al consumatorilor etc. De remarcat este prețul mediu de vînzare al kWh de 1,37 penny (la paritate în lei 0,096). E 249

v. b.

Privire asupra electroenergeticei din Franța, Avakian, A.B. și Volfberg, D.G., Energohoziaistvo za rubejom nr. 2/1956 pag. 1—10.

Puterea instalată a tuturor centralelor electrice din Franța la 1.I.1955 (inclusiv a centralelor electrice industriale) a fost de 15 700 MW, producția de energie electrică pe anul 1954 a fost de 45,6 TWh din care 53 % produsă de centralele hidroelectrice iar 47 % de centralele termoelectrice.

In articol se dau o serie de date statistice privind consumatorii de energie electrică, clasificarea centralelor hidro- și termoelectrice, precum și date privind sistemele rețelelor electrice.

In anul 1956 se prevede intrarea în funcțiune a unei centrale atomoelectrice experimentale cu o putere instalată de 5 MW și se proiectează două cazane atomice, fiecare corespunzînd unei puteri electrice de 25—30 MW; abea în anii 1958—1960 vor intra în funcțiune primele centrale atomoelectrice pentru scopuri industriale a căror putere va fi de circa 100 MW cu dublarea acesteia la fiecare 4 ani.

In anul 1956 începe construcția unei centrale hidroelectrice ce va folosi variația nivelului mării de 11,4 m datorită fluxului și refluxului la vărsarea fluviului La Rance. In baraj vor fi montate 26 agregate de cîte 8 MW fiecare. Puterea instalată a acestei centrale de 208 MW va produce anual 550 milioane kWh.

Pe lîngă aceasta se proiectează o mare centrală asemănătoare care va avea 150 de agregate a cîte 20 MW fiecare și va da circa 14 TWh.

Pentru o mai bună folosire a centralelor hidroelectrice din Franța și a celor termoelectrice din Anglia se prevede interconectarea sistemelor energetice din cele două țări cu ajutorul unor cabluri submarine.

In momentul de față sistemele rețelelor electrice ale Franței sînt interconectate cu cele ale țărilor vecine, ceea ce a făcut posibil un import de energie electrică de 575 GWh și export de 832 GWh. E 250

g. c.

Construcții ale T.V.A. (Tennesee Valley Authority) Grindrod, J., Electrical Journal, vol. 156 (1956) nr. 9 pag. 606 reprodus după Elektrotechnik, an 38 (1956) nr. 32 pag. 309.

In 1954 TVA nu a avut în construcție nici un baraj, fapt care nu s-a mai întîmplat de 21 ani. Aceasta este semnul distinctiv pentru trecerea ponderii construcțiilor la centrale termoelectrice, care au depășit în 1954 valoric amenajările hidroelectrice. La finele 1956 trebuie puse în funcțiune 7 centrale termoelectrice noi, care vor dubla puterea instalată din 1954 în centrale termoelectrice. Evoluția este posibilă grație zăcămintelor de cărbuni din Tennesee, Alabama și Kentucky.

Datele caracteristice ale noilor centrale termoelectrice sînt cuprinse în următorul tabel:

Denumirea	unităţi buc	puterea unitară MW	Parametri aburului kg/cm²	°C	Turaţia turbinelor	cazane buc	Producţie abur t/h	Putere instalată totală MW
Johnsonville	6	112,5	101	588	(4) 1 800 (2) 3 600	6	454	675
Widows Creak	6	112,5	(4) 101	588		4	454	675
			(2) 126	588	3 600	2	385	
Shawnee	10	135	126	538	3 600	10	454	1 350
Kingston	4	135	126	538	3 600	4	454	1 400
	5	180				5	582	
Colbert	4	180	126	770	3 600		582	720
John Sevier	3	180	126	570	3 600		582	540
Gallatin	2	225	140	570	3 600	2	750	450
					Total putere instalată . . .			5 850

Consumul specific de căldură este de 2 570 kcal/kWh la centrala Johnsonville, şi se reduce la 2 330 kcal/kWh la centrala Gallatin.

Costul specific mediu de investiţie al acestor centrale termoelectrice este de $ 140/kW (la paritate în lei 840/kW). E 251 *v. b.*

Lucrări energetice în al doilea plan cincinal al Indiei, după E.T.Z.-B. vol. 8 (1956) nr. 6 pag. 244.

Puterea instalată este prevăzută a se ridica cu 2,7 GW din care 2 GW se vor produce în centrale hidroelectrice. Se intenţionează construirea a 23 centrale hidro-electrice, 19 termoelectrice pe lîngă mai multe centrale Diesel cu puteri mai mici.

In 1961 puterea instalată disponibilă trebuie să se ridice la 6,8 GW. E 252

v. b.

Electricitatea în agricultură

după von Geijer G. ONU Geneva (1955), reprodus după ETZ-B vol. 8 (1956) nr. 6 pag. 248.

CEE a înfiinţat o comisie specială pentru examinarea posibilităţilor intensificării electrificării agriculturii. Raportul recenzat se ocupă cu tensiunile utilizate în agricultura europeană.

Finlanda, Ungaria şi Cehoslovacia au normat deja tensiunea la consumatorii agricoli la 380/220 V. In Danemarca, R. D. G., Austria şi Olanda se utilizează cu precădere această tensiune, în Elveţia şi Suedia ea este de asemenea generalizată la ţară. Franţa a introdus norme în 1949, prevăzînd tensiunile de 220/117 V şi 380/220 V. Italia intenţionează să adopte aceleaşi valori, cu toate că prima este mai uzitată. In regatul Unit se pare că predomină tensiunea 415/240 V apreciată ca mai economică.

Raportul ajunge în concluzia că în Europa tensiunea de 380/220 este cea mai extinsă. Ea dă posibilitatea racordării economice a uneltelor şi motoarelor de acţionare şi acordă avantajul de a se putea simplifica şi ieftini pe baza tensiunii unitare, aparatajul electric necesar. Este de aceea indicat a extinde în toate ţările, şi în afara continentului european, această tensiune la electrificarea agriculturii.

E253 *v. b.*

Producţia germană de energie electrică sub semnul automatizării, Elektrotechnik, an 38 (1956) nr. 32 pag. 310.

La conferinţa bianuală a Asociaţiei centralelor electrice germane (VDEW) care a avut loc în mai a.c. preşedintele dr. ing. Frank a examinat problemele producţiei energiei electrice din R. F. G.. Tehnicizarea şi automatizarea economiei produce o continuă creştere a consumului, căreia i s-a putut face faţă în special prin mărirea randamentului. Dar în ritmul actual consumul se dublează în 6 ani, cerînd instalarea în această perioadă a unei puteri suplimentare de 9,6 GW şi investirea a 13 — 14 miliarde DM (la paritate în lei circa $19 - 21 \times 10^9$).

După terminarea programului de ajutorare nu ar fi posibilă procurarea unor asemenea fonduri prin autofinanţare, datorită legislaţiei fiscale existente , iar finanţarea prin credite va fi accesibilă numai unor puţine întreprinderi.

Reducerea preţului energiei electrice nu este realizabilă, preţurile actuale corespunzînd costurilor, fără a asigura marja de beneficiu cuvenit. Costurile specifice de producţie sînt în creştere, în special datorită obligaţiei de a utiliza cărbuni de import scumpi faţă de producţia indigenă (în 1955 peste 40 % din cărbunii consumaţi în centralele publice au fost importaţi). In cazul cînd nu s-ar fi acceptat de întreprinderile producătoare preţurile mărite ale acestor importuri, ar fi fost inevitabile întreruperi în alimentarea reţelelor în iarna trecută, cînd consumul a întrecut toate aşteptările. La revizuirea nivelului tarifar va trebui să se ia în consideraţie preţurile mărite ale cărbunilor de import, în caz că nu se asigură aprovizionarea cu cărbuni indigeni.

Se ia atitudine împotriva unei intensificări a reglementării în cadrul revizuirii legislaţiei privitoare la producţia de energie. Introducerea sectorului energetic în Uniunea Montană este considerată inutilă. Acoperirea interstatală a vîrfurilor de sarcină funcţionează de ani de zile fără dificultăţi, pe baza unor simple convorbiri telefonice între distribuitorii de sarcină. In aceste condiţii apare inutil şi un oficiu european pentru energia atomică (Euratom), considerîndu-se suficientă coordonarea economică internaţională prin OEEC. E 254

v. b.

Situaţia energetică din Belgia, Energohoziaistvo za rubejom nr. 2 1956 pag. 47. (După Energiewirtschaftliche Tagesfragen 1956 III).

Puterea totală instalată a centralelor electrice din Belgia la sfîrşitul anului 1955 a fost de 3 675 MW din care 91,5 % este interconectată în sisteme.

Producţia de energie electrică a fost de 10,57 TWh. E 255

g. c.

Situaţia energetică în Noua Zelandă, Energohoziaistvo za rubejom nr. 2/1956 pag. 47 2 III)

Producţia de energie electrică a tuturor centralelor electrice din Noua Zelandă a fost de 4,366 TWh din care 4,117 TWh produsă de centrale hidroelectrice, 230 GWh de centrale cu turbine cu abur şi restul de centralele Diesel. Cifrele se referă la anul încheiat la 31.3.1956.

De la centrale electrice industriale s-a furnizat în reţeaua generală 17 GWh. Centralele electrice publice livrează 94 % din toată producţie de energie electrică a ţării, 70 % din energie electrică se produce pe insula de nord.

Puterea instalată în Noua Zelandă la 1 aprilie 1955 a ajuns la 640 Mw. şi a crescut în ultimul an cu 103 MW. Creşterea anuală a producţiei de energie electrică a fost de 8,8 %. E 156

g. c.

Utilizarea energiei solare
Kade F., E.T.Z-B vol. 8 (1956) pag. 241-5

Asociaţia pentru folosirea energiei solare, înfiinţată în 1954 în Phenix Arizona (S. U. A.) a organizat în noembrie 1955 o conferinţă internaţională la care au participat delegaţi din 30 ţări. In 22 rapoarte ale căror titluri sînt enumerate în referinţele bibliografice, a fost examinată în ansamblu şi competent situaţia actuală şi perspectivele folosirii energiei solare.

Rapoartele se ocupă cu specificul energiei solare, densitatea în diferitele zone ale pămîntului, condiţiile climaterice, meteorologice, de relief, altitudine şi timp care favorizează folosirea, enumerîndu-se următoarele date: zona optimă de folosire este între 40° latitudine N şi S; intensitatea optimă depinde de starea atmosferei, la vreme senină soarele debitînd 1 kW/m² la căderea perpendiculară a razelor, regiuni ferite de nori, ceaţă şi fum cu multe zile însorite (180 — 200 zile/an) sînt favorabile, putîndu-se conta în acest caz pe 8 — 10 ore/zi de folosire. Din aceste caracteristici rezultă în orice caz mărimea comparativă redusă şi posibilitatea de funcţionare numai intermitentă a centralelor solare.

Posibilităţile de acumulare şi utilizare a energiei solare cu randamentele şi rentabilităţile respective sînt expuse în amănunt, dîndu-se şi date asupra unor soluţii realizate pentru transformarea energiei solare în energie termică de înaltă sau joasă temperatură (în Egipt, Franţa, Italia, S. U. A. şi U. R. S. S.), destinate pentru încălzirea şi răcirea de locuinţe, producţia de abur în scopuri industriale pentru transformarea în energie motrică (irigări), utilizarea energiei solare pentru eliminarea apei prin evaporare din soluţii de sare, pentru recuperarea acesteia din apa de mare, etc. Au fost trecute în revistă şi posibilităţile de utilizare a energiei solare în procesele chimice de creştere a plantelor, precum şi transformarea ei în energie electrică, cu ajutorul unui element de siliciu, elaborat de Bell-Tephone Co., cu un randament de 11%.

Se consideră probabil ca aparate perfecţionate şi uşor de manipulat pentru transformarea energiei solare în energie termică să găsească în viitorul apropiat o largă posibilitate de plasare, în special în ţările sudice, lipsite de rezerve de combustibil. In acest scop se consideră necesar să se pună la proiectarea aparatelor accentul mai mult pe exploatarea lor lesnicioasă şi prin personal necalificat, decît pe obţinerea unor randamente optime, care şi aşa vor rezulta odată cu cîştigarea experienţei. E 253

v. b.

Centrala eoliană engleză de *250* kW, Engineering, vol. 178 (1955) nr. 8 pag. 55—58.

Acum doi ani a fost instalată o centrală eoliană pe insulele Orkney, care lucrează în paralel cu reţeaua locală. Elicea cu diametru 15,25 m în trei aripi livrează la un vînt de 15,5 m/s 100 kW. Pe baza experienţelor făcute cu această centrală, este în curs proiectarea unei noi centrale de 250 kW. Modificarea cea mai importantă este a elicei, care va avea numai două aripi, asigurîndu-se din felul montării lor anumite devieri a aripilor la sarcini ocazionale brusce. E 258

v. b.

Termoenergetica

Incercări la un cazan cu trecerea forţată cu parametrii supracritici alimentat cu apă epurată. Bulgacova, N. V., Deeva, Z. V., şi Prahorova, A. M., Teploenergetica nr. 8/1956 pag. 17—18.

La Institutul Termotehnic Unional s-au efectuat o serie de încercări în scopul studierii posibilităţii de alimentare a cazanelor de abur cu trecere forţată la parametrii supracritici cu apă epurată în loc de condensat.

In staţia de epurare chimică a apei, special amenajată, s-a redus conţinutul de SiO_3 de la 13 mg/e la 0,01÷0,02 mg/e.

In timpul experienţelor parametrii aburului au fost menţinuţi constanţi: 300 ata şi 600°C, iar debitul de 12 t/h.

După o serie de experienţe, durînd fiecare cîte 90 de ore, s-a ajuns la concluzia că apa epurată chimic, în ce priveşte conţinutul de săruri nu este de calitate mai slabă decît condensatul turbinelor şi calitatea aburului, livrat de cazan, nu este inferior celui obţinut prin alimentarea cazanului cu condensat pur. E 259

g. c.

Rezultatele încercărilor termochimice la un cazan cu trecere forţată la *215* şi *300* ata. VTI şi MOTKTI, Kostrikin, I. M., Novi, I. O., Racov, K. A., Aleinikov, G. I., Bulgacova, N. V., şi Ţaratuta, V. A. Teploenergetica nr. 8/1956 pag. 10—13.

Instalaţiile energetice la parametrii suprainalţi necesită o atenţie deosebită în ce priveşte calitatea agentului termic în diferite zone ale circuitului acestuia.

In articol se analizează datele experimentale ale comportării diferitelor săruri în circuitul cazanelor cu trecere forţată alimentate cu condensatul turbinei.

In cazul de faţă se analizează sărurile de tipul calciu bicarbonat provenite din apa de răcire prin neetanşeităţile condensatorului.

Se stabilesc şi zonele de maximă depunere a sărurilor pe circuitul agentului termic, ceea ce impune o serie de condiţii în proiectarea şi exploatarea agregatelor energetice la presiuni supracritice sau în jurul zonei critice. E 260

g. c.

Generatori noi în centrala termoelectrică River Rouge extras din: Sedye H. P. şi Brown W. W., Electrical Light and Power, an 32 (1954) nr. 8, pag. 74, reprodus după Archiv für Elektrizitätswirtschaft, (1955), nr. 20, pag. 785—6.

Pentru a determina mărimea optimă a unităţilor şi parametrii optimi ai aburului pentru centrala termoelectrică River Rouge, Detroit Edison Company a efectuat ample cercetări, sub aspectul costurilor minime de investiţie şi de producţie. A fost ales tipul de unitate de 260 MW, din care se vor pune în funcţiune în primele tranşe două unităţi (1956). Caracteristicile aburului: 141 kg/cm², 566°C, cu supraîncălzire intermediară la 556°C. Fiecărui turbogenerator îi corespunde un cazan. Turaţia turbinei 1 800 rot/min.

Pentru calculul costurilor comparative au fost consideraţi generatori de 156, 175 200 şi 260 MW, rezultînd că investiţiile pentru o centrală cu 2 unităţi de 200 MW sînt cu circa 10% mai reduse, decît la instalarea unor unităţi de 175 MW, la costuri aproape egale ale turbinei. Costurile specifice de investiţii:

Putere MW	$/kW	în L la paritate
200	172,50	1 035
260	146,92	881

La valorificarea rezultatelor s-a luat în considerare că centrala va avea în ultimă fază 6 unităţi de cîte 260 MW, cu toate că nu sînt încă cunoscute repercusiunile unor asemenea unităţi asupra reţelelor.

Alte date tehnice ale centralei: fiecare turbogenerator consumă 680 m³/min apă de răcire, maşinile auxiliare sînt puse în funcţiune de electromotoare cu o putere instalată de 4 000 CP, instalaţia de tiraj necesită 2 500 CP. Generatorii trifazici de 315 MVA, 17,3/129 kV sînt cei mai mari construiţi pînă acum. 261

v. b.

Cîteva probleme în legătură cu proiectarea cazanelor de abur de mare debit cu trecere forţată la parametrii supracritici. Racov, K. A., Krol, I. B., Varavitchi, I. B., şi Biman, V. M., Teploenergetica nr. 8 (1956) pag. 3—10.

In articol se dau indicaţii şi recomandări în problema construirii cazanelor de abur de mare debit cu trecere forţată.

Incercările cazanului de abur experimental de la Institutul Termotehnic Unional (VTI) la parametrii aburului 600°C şi

300 ata, precum şi încercările institutelor VTI şi Orgenergostroi în problema proiectării cazanelor de abur cu trecere forţată la parametrii supracritici au rezolvat o serie de probleme interesante cum ar fi: ecranarea cazanului, hidrodinamica acestuia, regimul termic al elementelor cazanelor, supraîncălzirea intermediară a aburului, amplasarea şi montarea diferitelor elemente componente ale cazanului şi depunerea sărurilor.

In anii 1951—1955 institutul VTI şi Orgenergostroi au proiectat un cazan de abur cu trecere forţată de 640 t/h la 230 ata şi 610°C. In felul acesta există posibilităţi de a construi centrale termoelectrice de o înaltă economie cu blocuri ee 200—300 MW. E 262

g. c.

Metodele pentru reglarea temperaturii aburului supraîncălzit la cazanele de abur, Burkardt R., BWK. vol. 7 (1955), nr. 7, pag. 317—321.

Se descriu cele mai cunoscute metode de reglare a temperaturii aburului supraîncălzit şi se indică posibilităţile ca aceste dispozitive să fie cuplate cu celelalte elemente ale cazanului.

Temperatura aburului supraîncălzit nu trebuie să depăşească valoarea nominală, pentru a nu se periclita siguranţa de funcţionare a supraîncălzitorului, turbinelor şi maşinilor cu abur; nu trebuie de asemenea să coboare sub această valoare, ca să nu scadă randamentul turbinelor şi maşinilor cu abur.

Temperatura aburului supraîncălzit creşte şi urcă în acelaşi sens cu încărcarea cazanului. In mod normal, supraîncălzitorul este dimensionat în aşa fel, încît temperatura maximă a aburului supraîncălzit să fie atinsă la sarcina optimă (cca 80% din sarcina maximă).

Ca metode de reglare a temperaturii aburului supraîncălzit se examinează: înclinarea arzătoarelor, folosită la focarele cu cărbune pulverizat; reglarea suprafeţei de încălzire prin modificarea corespunzătoare a debitului de gaze de ardere trimise la supraîncălzitor; răcirea aburului supraîncălzit cu apă de alimentare a cazanului, într-un răcitor de suprafaţă; răcirea aburului supraîncălzit într-un răcitor, cu injecţie de condensat; răcirea aburului supraîncălzit cu apă din tamburul cazanului, într-un răcitor de suprafaţă, plasat exterior sau în interiorul tamburului cazanului; răcirea combinată într-un răcitor de suprafaţă şi prin injecţie de condensat.

Se examinează apoi, mai îndeaproape, metodele folosite pentru reglarea aburului supraîncălzit atunci cînd nu se dispune de condensat, care conduc la preîncălzirea apei de alimentare. Adesea, preîncălzirea apei de alimentare a cazanului, înainte de economizor, este urmărită fie pentru a feri economizorul cu gaze de acţiunea dăunătoare a punctului de rouă a gazelor de ardere, fie pentru a împiedeca scăderea bruscă a nivelului în tamburul cazanului, la alimentarea acestuia cu apă rece.

Se tratează de asemenea şi posibilităţile de preîncălzire a aerului de ardere al cazanului, prin introducerea unui preîncălzitor de aer, cuplat cu instalaţia de reglare a temperaturii aburului supraîncălzit. Aceasta poate conduce la o ardere mai bună la cazanele cu grătar rulant, sau la evitarea acţiunii dăunătoare a punctului de rouă la intrarea aerului cu o temperatură prea scăzută în preîncălzitorul de aer.

Se indică apoi şi un sistem pentru reglarea temperaturii aburului supraîncălzit, care poate fi folosit şi în timpul pornirii cazanului pentru preîncălzirea aerului şi a apei de alimentare a cazanului. E 263

i. b.

Focare sub presiune pentru cazane de abur, Giuseppe Betti, Il Calore, vol. 25 (1954), nr. 11, pag. 516—526. Trad. în Archiv für Energiewirtschaft, nr. 16 (1955) pag. 617—636.

La unele cazane cu încărcare termică mare, a început în ultimul timp utilizarea focarelor sub presiune, din cauza unor avantaje însemnate pe care aceasta le prezintă. Autorul analizează influenţa presiunii asupra fenomenului de ardere. Se arată că intensitatea arderii şi viteza de ardere depind strîns de presiune, scăzînd cu creşterea presiunii, inflamabilitatea unui amestec combustibil creşte cu presiunea, iar condiţiile care asigură arderea completă sînt mai grele mai ales în cazul cărbunelui pulverizat, fiind astfel necesar ca odată cu creşterea presiunii să se mărească şi excesul de aer. Datorită reducerii disocierii în oxid de carbon şi vapori de apă a carburantului, odată cu creşterea presiunii, se ridică şi temperatura teoretică de ardere a combustibilului. Acest lucru atrage după sine şi o îmbunătăţire a coeficientului de transmitere a căldurii prin radiaţie şi convecţie. Factorii de mai sus conduc la posibilitatea micşorării focarelor şi a suprafeţelor de încălzire în cazul folosirii focarelor sub presiune.

Punctul de rouă al gazelor de ardere se ridică odată cu presiunea, ceea ce măreşte pericolul de coroziune, în special la combustibilii conţinînd procent ridicat de sulf. Variaţia parametrilor arderii datorită presiunii sînt arătaţi în şase diagrame.

Ca aplicaţie, autorul descrie particularităţile de construcţie ale cazanelor cu focar ciclon, cu suprapresiune care azi se construesc pînă la debite de 500 t/h, arătînd avantajele sale şi anume: scăderea costului de întreţinere pentru ventilatoarele de gaze de ardere, micşorarea energiei consumate de ventilatoare, simplificarea instalaţiilor anexe ale cazanului şi uşurarea reglajului. Construcţia focarului trebuie să fie complet etanşă. Presiunea după ventilatorul de aer este circa 2 000 mm. coloană apă. Presiunea în focar este de circa 1 000 mm coloană apă, încărcarea termică a focarului este de 180.000—300.000 kcal/m³h, iar în interiorul ciclonului este de 4 mil. kcal/m³h. Cazane mici de acest tip (debit 14 tone/h), cu o greutate de 37 t se pot livra gata montate.

Cazanele Velox sînt descrise ca exemplu de combinaţie între cazanul cu ardere sub presiune şi turbina de gaze, care furnizează energia necesară compresoarelor de aer. Presiunea în camera de ardere este 2—2,5 at, viteza gazelor 300—200 m/s, încărcarea termică a focarului circa 7 mil. kcal/m³ h.

Se descriu deasemenea instalaţii de cazane pentru combustibil gazos cu arderea pulsatorie, puse în legătură cu turbine cu gaze, sau compresoare cu pistoane libere. Numărul ciclurilor este de 40—60 pe minut, iar performanţele sînt asemănătoare cu cele ale cazanelor Velox.

In concluzie autorul arată că problemele focarelor sub presiune la cazanele mari cu focar ciclon folosind combustibil solid pulverizat nu sînt încă deplin rezolvate. Focarele sub presiune au permis reducerea gabaritului cazanului. Pentru focarele cu încărcare mică toate problemele tehnice sînt deplin puse la punct, în schimb la cazanele combinate cu turbine cu gaze au loc încă perfecţionări legate de construcţia turbinelor. E 264

c. m.

Normarea internaţională a turbinelor cu abur după referat BWK vol 8. (1956) nr. 8 pag. 418

In iulie anul curent s-a întrunit la München subcomisia „turbine cu abur" a Comisiei Electrotehnice Internaţionale (IEC), care a reexaminat, cu participarea de data aceasta şi a unui delegat al U.R.S.S., regulile pentru turbinele cu abur, şi în special normarea puterilor lor unitare, a presiunilor şi temperaturilor.

S-a ajuns la un acord general asupra normării internaţionale a puterilor între 10 şi 400 MW, a presiunilor aburului viu la intrarea în turbină între 34 şi 165 at şi a temperaturilor între 435° şi 565°C, atît pentru grupurile fără, cît şi cu supraîncălzire intermediară.

Dacă valorile stabilite vor fi confirmate de către toate statele membre ale IEC în termen de două luni de la comunicarea lor de către secretariatul internaţional, ele vor primi caracter definitiv şi vor fi publicate ca recomandare oficială a IEC pentru normele naţionale ale tuturor ţărilor participante. E 265

i. s.

Centrală de termoficare cu turbină cu gaze la Coburg, BWK vol. 8 (1956) nr. 9 pag. 465.

Uzinele Comunale din Coburg (R.F.G.) au comandat la începutul acestui an o instalaţie de turbină cu aer cald lucrînd în circuit închis, de 6 MW.

La puterea masivă de 6,6 MW se poate livra o cantitate de căldură de 14 Gcal/h sub formă de apă caldă sau fierbinte. Instalaţia urmează a intra în funcţiune la începutul anului 1958. E 266

i. s.

Evacuarea zgurii la focare cu zgură lichidă, Dolezal R., Mitteilungen der VGB, nr. 40 (1956), pag. 40—43.

Se analizează avantajele şi dezavantajele diverselor amplasări ale gurilor de evacuare a zgurii lichide pentru cazanele cehoslovace. Aceste cazane au planşeul de topire a zgurii în formă de baie (covată) orizontală, răcită cu ţevi orizontale racordate la sistemul de circulaţie al cazanului. In concluzie se stabileşte că evacuarea zgurii prin guri de evacuare înclinate dă rezultatele cele mai mulţumitoare. E 267

g. s.

Proba Sinter — Un procedeu pentru caracterizarea depunerii cenuşii pe ţevi, Barnharv D. H. şi Williams P. C., „ASME Paper" nr. 55-A-193.

Proba Sinter este un procedeu de laborator pentru caracterizarea tendinţei de depunere pe ţevi a funinginei şi cocsului unui sort de cărbune.

O cantitate de 250—300 grame funingine şi cocs sburător se macină pînă la 150 μ şi se formează mostre de probă de formă cilindrică de ⌀ 17 mm şi înălţimea de 19 mm ce se presează la 10 at. Cilindrii sînt introduşi în cuptoare de laborator şi încălziţi pînă la temperaturi stabilite — între 700° şi 1 000°C. Timpul de încălzire prescris este de 1 ½ oră, după care cilindrii sînt menţinuţi 15 ore la temperatura constantă, fixată, şi răciţi apoi încet în cuptor. Se fac sinterizări la 4 temperaturi cu un număr de 6 cilindrii pentru fiecare temperatură. Cilindrii de probă sinterizaţi se supun la încercarea de rezistenţă la compresiune.

Probele astfel efectuate pentru cărbuni, care prezintă mici diferenţe în ceea ce priveşte punctele de înmuiere, topire şi curgere, dar se deosebesc mult din punct de vedere al tendinţei de depuneri exterioare pe ţevi, prezintă deosebiri mari la încercarea de rezistenţă la compresiune a probei sinterizate. Rezistenţa la compresiune a probei sinterizate a unui cărbune ce nu are tendinţă de depunere pe ţevi este mult mai scăzută decît aceea a unui cărbune cu tendinţe de depunere. E 268

g. s.

Electroenergetica

Reţeaua suedeză de *380* kV, ASEA — Zeitschrift nr. 2, (1956), pag. 43—46.

Suedia nu posedă practic resurse termice, în speţă cărbune sau petrol, în schimb resursele hidraulice sînt foarte importante. Din acest motiv întreaga economie energetică a ţării s-a axat pe folosirea cît mai completă a acestor resurse pentru satisfacerea nevoilor crescînde ale ţării (conform cu statisticile efectuate, cererea de energie se dublează la aproximativ 11 ani). Disponibilul de energie în centralele hidroelectrice construite sau care se pot construi în mod economic, se cifrează la 80.10^9 kWh.

Situaţia locală a ţării este de aşa natură încît marea majoritate a centralelor hidroelectrice (85 %)se găsesc în jumătatea de nord a teritoriului pe cînd densitatea maximă de populaţie şi prin urmare şi consumul de energie este centralizat în jumătatea din sud (85 %). Aceasta înseamnă necesitatea transportului a unei cantităţi de energie pe distanţe variind între 500 şi 1 500 km.

Reţeaua iniţială de 132 kV s-a dovedit repede nesatisfăcătoare astfel că din 1936 s-a recurs la tensiunea de transport de 220 kV construindu-se pînă în prezent, circa 4 000 km de linii (şase linii paralele de la nord la sud ce conduc energia centralelor de pe riul Indal, în putere de circa 1 000 MVA).

Începînd din 1940 cererea de energie a crescut aşa de mult încît au început să fie amenajate resursele hidraulice din nordul îndepărtat (lîngă cercul polar); s-a început astfel cu amenajarea centralei Harspranget cu o putere de 350 MVA situată la o distanţă de 950 km de centrul de consum.

La asemenea distanţe calculul tehnico-economic a condus la folosirea unei tensiuni de transport sporite şi anume de 380 kV (conform cu normele CEI tensiunea normalizată este 400 kV). Prima linie de 954 km lungime, dată în exploatare în 1952 lega centrala Harspranget, despre care s-a vorbit mai sus cu staţia Hallsberg (600 MVA) situată la mijlocul ţării.

Rezultatele foarte favorabile de exploatare au avut drept consecinţă o campanie susţinută de construcţii de noi asemenea instalaţii; astfel de exemplu, s-au construit reţele de 380 kV de la Göteborg pînă la Hälsingborg în provincia de sud Skane şi s-au amenajat 4 staţii de transformare cu o putere totală instalată de 2 100 MVA, paralel cu construcţia centralelor Ligga (150 MVA), Storfinnforsen (130 MVA) şi Kilforsen (285 MVA). Lungimea totală a reţelei actuale de 380 kV atinge circa 2 400 km.

In anii viitori (1961) se prevede extinderea acestei reţele pînă la 3 350 km şi extinderea puterii instalate a transformatoarelor pînă la 8 000 MVA.

Intregul aparataj (întreruptori, separatori, etc.) este construit integral în Suedia.

Folosirea unei asemenea tensiuni ridică însă o serie de probleme tehnice speciale. Astfel se demonstrează că tensiunea faţă de pămînt, chiar în cazul legării directe a neutrului, poate să crească pînă la tensiunea între faze. Aceasta poate conduce la o izolaţie sporită, care conform cu normele suedeze (extrapolate din cele corespunzătoare tensiunilor de 132 şi 220 kV) trebuie încercată cu o tensiune de şoc de 1 775 kV (forma de undă 1/50 μs).

Totodată curentul capacitiv atingînd valori importante comparabile cu curenţii nominali ai generatorilor (la linia de 950 km puterea capacitivă atinge 600 MVAr), pentru menţinerea stabilităţii statice, s-au elaborat studii luîndu-se măsurile necesare pentru asigurarea unei funcţionări corecte; astfel s-a redus reactanţa sincronă a generatorilor pînă la 65 %, s-au utilizat regulatori de excitaţie foarte rapizi, s-au utilizat inductanţă de compensare transversală (pentru linia menţionată inductanţa cu o putere totală de 420 MVA în 8 unităţi situate la 3 staţii) şi s-au instalat compensatori sincroni (de exemplu la Hallsberg s-a instalat o maşină de 75 MVA).

In sfîrşit problema măririi capacităţii de transport în limita stabilităţii statice a condus la utilizarea pe scară largă a compensării longitudinale prin compensatori serie; astfel pînă la finele anului 1956, vor fi instalate trei asemenea baterii cu o putere totală instalată de 3 000 MVAr. E 269

c. p.

Liniile de transport de înaltă tensiune existente şi proiectate în Argentina, Popov I., Eletrotecnica nr. 41 (1955) pag. 461—473.

Autorul subliniază posibilităţile considerabile de extensiune a reţelei de transport de energie stabilite pentru Argentina mai ales din punct de vedere al interconexiunilor între centrale. In această ţară zona oraşului Buenos Aires (cu o putere instalată de 895 MW) şi cele trei provincii Buenos Aires, Santa Fé şi Cordoba cu puteri instalate respectiv de 165 MW, 175 MW, şi 88 MW totalizează 1320 MW în timp ce pentru toată ţara puterea totală instalată este de 1 500 MW.

Liniile de transport de înaltă tensiune sînt exploatate în general la 66 kV pentru liniile vechi şi 132 kV pentru liniile noi sau în construcţei. Un grafic indică creşterea consumului de energie între 1895 şi 1953.

Se arată de asemenea o zonificare a ţării în care se pretează să se construiască centrale hidroelectrice. E 270

n. p.

Un post de transformare subteran de *220/22/3* kV în centrul oraşului Torino, Brambilla A. Elettrotecnica vol. 42 (1955).

Acest post subteran amenajat în centrul oraşului Torino stabileşte legătura între cablul cu ulei de 220 kV din postul Sangone şi reţelele de distribuţie de 22 şi 3 kV. Postul cuprinde doi transformatori cu o putere unitară de 40 MVA, 20/22 kV cu o a treia înfăşurare de 13,5 MVA la 3 kV. Se

descriu particularităţile amenajării în ceea ce priveşte amplasamentul şi mai ales măsurile de securitate ale postului.
E 271 *n. p.*

O metodă obiectivă de apreciere a schemelor electrice Dvoschin, L. I., Electricestvo nr. 8, (1956), pag. 47—49.

In prima parte a articolului autorul după ce trece în revistă datele sovietice cu privire la probabilităţile de avariere a diferitelor elemente din schemele electrice propuse de diverşi autori, face unele recomandări pentru folosirea acestor date la calculul siguranţei în exploatare a acestor scheme.

Aprecierea siguranţei în exploatare se face folosind calculul posibilităţilor. In urma calculelor făcute autorul ajunge la importante concluzii.

Schema tip folosită pentru staţiile coboritoare cele mai puternice are cei mai ridicaţi indici de avariere la staţia de distribuţie de 6 kV. (odată la 6 ani).

Cea mai sigură în exploatare a rezultat schema staţiei cu 2 transformatori, bobine secţionate conectate în circuitul transformatorilor, simplu sistem de bare divizat în 4 secţii şi celule capsulate-prefabricate.

Folosirea celulelor capsulate în locul întreruptorilor obişnuiţi, duce la micşorarea numărului de separatori şi izolatori ceea ce contribuie la mărirea siguranţei în exploatare.

Autorul arată că alegerea schemelor electrice pentru centrale şi staţii şi analiza diferitelor variante nu trebuie să se facă numai după indicii de avariere a schemei respective.

In afară de aceasta trebuie să se ia în considerare necesitatea secţionării în vederea limitării curenţilor de scurt circuit, posibilitatea execuţiei, reparaţiilor cu minimul de operaţii, cerinţa montării unui anumit număr de transformatori de legătură cu sistemul. etc.

Cu toate acestea folosirea datelor statistice asupra avariilor şi calculul probabilităţilor oferă un indiciu obiectiv şi foarte important pentru apropierea siguranţei în exploatare a schemelor electrice.

Metodica recomandată şi calculele făcute impun măsuri concrete de creştere a siguranţei în exploatare a schemelor ca: secţionarea barelor colectoare, scăderea numărului de plecări pe secţii, folosirea bobinelor de reactanţă secţionate, a simplului sistem de bare şi a celulelor capsulate.

Calculele permit a scoate în evidenţă eficacitatea fiecărei din măsurile preconizate.

In încheiere autorul recomandă organizarea unei analize profunde a materialului statistic privind avariile din sistemele electrice. E 272 *v. n.*

Hidroenergetica

Presiunea medie ca indice al energiei hidraulice, Grengg, H., Oe. Z. E. An. 9, (1956) nr. 5, pag. 204—7.

Autorul articolului, unul din puţinii care s-a mai ocupat de posibilitatea introducerii unei sistematizări în hidroenergetică, pleacă de la premiza că termenii utilizaţi pentru caracterizarea amenajărilor hidroelectrice nu sînt valabili şi concludenţi pentru asigurarea comparabilităţii lor. Puterea exprimată în kW, utilizată în statistici şi în privinţa centralelor hidroelectrice, nu constituie un criteriu specific, şi derivă de la orientarea termică ce caracterizează electroenergetica. Puterea centralelor hidroelectrice este produsul a doi factori incomensurabili, influenţabili prin măsuri constructive, pe cînd energia corespunzătoare este dată de împrejurările naturale. Este caracteristic faptul că în literatura de specialitate se omite prea des indicarea datelor asupra energiei unui an cu debit mediu şi a unuia secetos.

Autorul preconizează o tipologie a amenajărilor hidroelectrice pe alte criterii, pornind de la turaţia turbinei, care cu toate că este numai un element din tehnica acesteia, constituie totuşi un criteriu independent de mărimile absolute ale instalaţiei hidroenergetice şi ca atare potrivit pentru deosebirea tipurilor de hidrocentrale. Prin introducerea categoriei de „presiune medie" între cele două categorii existente a centralelor hidroelectrice cu presiune mare sau joasă, se stabileşte o corelaţie între tipul de turbine, presiune şi tipul de centrale hidroelectrice, fără ca bineînţeles să se poată determina limite rigide.

Pentru exemplificarea concluziilor ce se pot trage din felul de a privi problema, autorul face o inventariere interesantă a centralelor hidroelectrice de pe glob, cu o producţie anuală de energie de peste 1 GWh şi cu încadrarea în tipologia propusă, centralele cu presiune medie reprezentînd circa 1/3 din total.

Din acelaşi punct de vedere se grupează separat şi date privind o serie de centrale hidroelectrice în curs de execuţie în Austria, relevîndu-se utilitatea aplicării criteriilor propuse (vezi tab. 1).

Valoarea energiei anuale prezumate, de iarnă şi de vară, se stabileşte după tariful de interconectare austriac şi se raportează la valoarea de investiţii a fiecărei lucrări. Rezultatele obţinute merită a fi extrase, demonstrînd cît de relativă este utilitatea indicelui global de cost al puterii instalate luat separat (ultima coloană este adăugată de recenzent)
E 273 *v. b.*

Planul pentru amenajarea hidroenergetică a Austriei prin colaborare internaţională, Partl, Rud., Wasser- und Energiewirtschaft, an 48, (1956) nr. 5—6, pag. 110—116.

Articolul conţine o expunere rezumativă a planului de amenajare hidroenergetică a Austriei prin colaborare internaţională, cunoscut sub denumirea de „Interalpen".

Amenajarea centralelor hidroelectrice în Alpii Austriei cere eforturi financiare deosebite. cărora Austria nu le poate face faţă cu forţe proprii. Pentru continuarea amenajării în ritmul necesar pentru a ţine pasul evoluţiei consumului, sînt necesare fonduri de circa 2,6 miliarde Schillingi (la paritate 606 mil. lei); în anii de după război fondurile au fost procurate prin „ajutorul Marshall", autofinanţare şi împrumuturi interne. Marile centrale cu acumulare din Alpi comportă o intensitate de capital deosebită şi livrează în special energie de iarnă scumpă, pe care cererea din Austria încă nu este în stare să o preia, iar utilizarea energiei la baza diagramei de sarcină nu este economică. De aici a pornit planul pentru cointeresarea capitalului străin la amenajarea centralelor cu acumulare cu punerea la dispoziţia creditorilor, pe termen lung, a energiei electrice. Dacă amenajarea resurselor hidraulice austriace prin finanţarea internaţională depăşeşte ritmul de creştere a consumului intern, exportul de energie electrică nu prejudiciază alimentarea cu energie a consumatorilor indigeni.

Pentru pregătirea proiectelor, Intreprinderea Electroenergetică de Stat a Austriei a înfiinţat în colaborare cu Länderurile federale comitete de studii pentru actualizarea proiectelor existente în raport cu ultimele progrese ale hidroenergeticei, pentru a se pune la dispoziţia partenerilor străini proiecte elaborate, în parte chiar în faza definitivă de execuţie.

Este vorba de proiecte de amenajare complectă a următoarelor văi: (vezi pag. următoare)

Tabela 1

Centrala	Puterea inst. certă MW	Val. energiei. 10^6 S	Cost invest 10^6 δ	Valoarea energiei: cost % invest.	Cost specif. putere inst. 10^3S/kW
Prutz-Imst	38	72,5	500	14,5	13,1
Hieflau	20	43,0	250	17,2	12,5
Kamp	35	31,4	507	6,2	13,3
Kaprun	300	255,0	4 200	6,1	14,0
Ybbs-Persenbeug	79	203,0	2 600	7,8	32,9

Proiectul	Centrale nr.	Baraje nr.	Lacuri acumulare mil. m.³	Cădere brută m	Putere instalată MW	Energie prezumată iarna	Energie prezumată vara	Energie prezumată anual	Cost 10⁹Sch
						în GWh			
Tirol Est	5	3	320	1 033	430	834	371	1 205	3,5—4
Tirol West	7	6	408	1 719	1059	1 338	852	2 190	7,5—9,5
Bregenzer Ach	5	7	458	1 216	548	856	409	1 265	5,0—3,3
Total	17	16	1 186	—	2 037	3 028	1 632	4 660	14,0—17,0

Pe baza acestor proiecte au fost începute tratative cu întreprinderi germane (RFG) şi italiene, precum şi cu Întreprinderea Electroenergetică de Stat Franceză (EdF), ajungîndu-se la înfiinţarea unei „Societăţi de studii pentru resursele hidraulice alpine ale Austriei", a cărei adresă telegrafică „Interalpen" a devenit emblema întregului concept. Societatea de studii dispune de comitete consultative cu delegaţi ai întreprinderilor participante. In afară de comitetul hidraulic, în care se verifică tehnic proiectele elaborate de partea austriacă, mai lucrează comitetele electroenergetice, juridic, financiar şi se studiază crearea comitetului ştiinţific. După doi ani de activitate au fost acceptate proiectele prezentate, căzîndu-se şi de acord asupra programului de urgenţă.

Lămurirea problemelor tehnice a făcut posibilă elaborarea unui proiect de contract, care a fost recomandat părţilor spre semnare. Contractul cadru prevede o participare paritetică a partenerilor la capitalul viitoarelor întreprinderi. Costurile de investiţii trebuiesc puse la dispoziţie pentru o treime de părţi, restul prin împrumuturi, inaccesibile fiecărei părţi în parte, dar disponibile pentru acţiuni internaţionale (Banca Mondială). Prin vărsarea cotei părţi de capital, partenerii obţin dreptul la o parte alicotă din energia furnizată de centralele respective. Dreptul la furnizarea energiei electrice este limitat la 30—40 ani, după care partea austriacă are dreptul de răscumpărare. Costul energiei electrice se decontează pe baza de costuri anuale efective, în care se includ şi dividendele asupra capitalului.

Reţelele de transport sînt în sarcina fiecărei părţi.

Pentru realizarea planului mai lipseşte asentimentul ţărilor respective.

De remarcat că pentru parte din centralele în discuţie, proiectele fuseseră elaborate şi gata de execuţie încă din timpul celui de al doilea război mondial, realizarea a fost însă împiedecată atunci de faptul că nici chiar conducerii totalitare nu i-a fost posibil să mute în Tirolul austriac mai multe sate cu circa 200 gospodării ţărăneşti. Intre timp bineînţeles a fost abandonată acea soluţie. E 274

v. b.

Studiul rolului viitor al producţiei hidroelectrice în diagrama de sarcină, ca urmare a epuizării progresive a resurselor hidraulice, Aeschimann Ch., Bulletin de l'A.S.E., t. 47 (1956), nr. 4, pag. 123—131.

Articolul reproduce raportul general al comitetului de studii pentru producţia hidraulică, nr. II, prezentat la Congresul UNIPEDE 1955.

Extinderea amenajării resurselor hidraulice în Elveţia, Italia, Franţa a luat asemenea proporţii, încît se poate prevede de pe acum cu oarecare precizie deceniul amenajării integrale. Aceasta pune acele ţări în faţa unei alternative cu consecinţe grave, pentru a asigura ca totalitatea resurselor hidraulice să fie exploatate în modul cel mai economic, atît în viitorul apropiat cît şi în continuare. Factorii care trebuie luaţi în considerare sînt: cerere crescîndă de energie, costuri în creştere la combustibil cît şi la amenajările noi, eventualitatea unor progrese în tehnica energiei nucleare, care vor putea să coboare limita rentabilităţii amenajărilor hidroelectrice şi în fine, certitudinea dispariţiei energiei de surplus ieftine. Din cercetarea întreprinsă de autor rezultă din punctul de vedere al Elveţiei, că în contrast cu tendinţa actuală, ar trebui extinsă amenajarea pentru producerea de energie de vară, în detrimentul amenajărilor de acumulare pentru producţia de energie de iarnă. Deasemeni se pare că pentru a face faţă evoluţiei diagramei de sarcină, este indicat ca centralele hidroelectrice cu acumulare să fie prevăzute cu puteri şi mai mari, şi să se instaleze ori unde este posibil bazine de compensare zilnică. De îndată ce toate resursele de energie hidraulică vor fi amenajate, diferenţa de energie necesară, va trebui produsă de centralele termo- şi atomoelectrice. Schimbul de energie cu ţările limitrofe va juca în continuare un rol, al cărui importanţă este controversată, din cauza incertitudinii rentabilităţii unei eventuale extinderi a reţelelor de transport. In diagrama de sarcină viitoare a Elveţiei, prezumată pentru un consum de trei ori mai mare decît cel actual, se atribuie centralelor hidroelectrice pe firul apei sarcina de bază, şi celor cu acumulare sarcinile de vîrf, pe cînd centralele termoelectrice ar urma să preia sarcina intermediară. Situaţia este asemănătoare în Franţa şi Italia. In aceste ţări se tinde să se îmbunătăţească exploatarea centralelor hidroelectrice prin crearea de bazine de acumulare subzidiare.

In Italia situaţia este puţin schimbată de dezvoltarea rapidă a centralelor termoelectrice pe bază de gaze naturale, care preiau sarcina de bază, acoperirea vîrfurilor efectuîndu-se prin centrale hidroelectrice. Austria în schimb mai deţine încă rezerve nefolosite de energie hidraulică şi prin urmare de energie ieftină pentru export. In Germania de vest cota parte de sarcină revenind centralelor hidroelectrice este relativ redusă şi în descreştere, energia produsă de acestea fiind absorbită fără dificultate. Centralele de acumulare şi cu pompaj, precum şi schimbul de energie cu ţările vecine se utilizează pentru a menţine sarcina centralelor termoelectrice cît mai constantă. E 275

v. b.

Economia hidroenergetică internaţională şi dreptul internaţional, Hartig E., publicaţia Asociaţiei austriace pentru economia apelor, nr. 28—29, Editura Springer Viena, 1955, 100 pag. După recenzia de R. Liver, Wasser- u. Energiewirtschaft, an. 48 (1956) nr. 5—6, pag. 161.

Autorul, delegat austriac în diferite organizaţii internaţionale şi comisii interstatale pentru reglementarea utilizării în comun a resurselor hidroenergetice din zonele de frontieră, expune principiile pentru o colaborare raţională şi loială a statelor limitrofe în problemele utilizării bipartite a unor ape de graniţă, dificile în cazul cursurilor dealungul frontierei şi încă mult mai complicate în cazul celor deacurmezişul ei. Pe baza a numeroase cazuri europene şi din America se exemplifică modalităţile de colaborare, care nu se pot limita la o tratare pur juridică a relaţiilor cu infinite variaţii între principiul extrem teritorial şi cel al integrităţii absolute, ci trebuie să se bazeze pe o înţelegere reciprocă a intereselor fiecărei părţi şi pe bunăvoinţă.

Anexa conţine material documentar privind reglementarea juridică a folosirii în comun a apelor de frontieră şi anume 14 convenţii între Austria şi ţările limitrofe, rezoluţia de la Messina din 1911, contravenţia de la Geneva din 1923 ş. a. E 276

v. b.

Serviciul Elveţian al apelor *1955*, Red. Bull. ASE, t. 47 (1956) nr. 10, pag. 464—466.

Darea de seamă pe 1955 a consiliului Federal conţine o serie de date asupra activităţii serviciului federal al apelor,

privind (a) hidrografia (măsurători de debite, de nivele şi viteze, marcarea moriştilor, expertize pentru staţiuni limnigrafice, studiul declanşării artificiale a precipitaţiunilor, protecţia cursurilor de ape etc.); (*b*) Regularizarea lacurilor; (*c*) construcţia centralelor hidroelectrice (oficiul examinează şi aprobă planurile de execuţie şi calculele statice pentru centralele hidroelectrice şi reprezintă interesele hidroenergetice ale Elveţiei în tratativele cu ţări limitrofe privitoare la amenajări hidraulice).

La 31.12.1955 se găseau în construcţie
a) centrale cu lacuri de acumulare . . . 12
b) centrale de mare cădere 3
c) centrale de cădere mică 4

Aceste centrale vor îngădui mărirea puterii disponibile şi posibilităţile de producţie, potrivit următoarelor date:

	Putere maximă în MW	Producţie medie posibilă în GWh		
		iarna	vara	anual
Centrale puse în funcţiune	129	277	381	658
Centrale în construcţie . .	1258	2 264	1 262	3 526

E 277 *v. b.*

Energie nucleară

Elveţia şi problemele atomice. Crearea unei baze constituţionale. (După NZZ 1 211 din 24.4.1956, Wasser- und Energiewirtschaft, an 48 (1956), nr. 5—6, pag. 157).

In lipsa unor prevederi constituţionale şi legale, două comisiuni elveţiene se ocupă actualmente de problemele atomice de ordine publică: o comisiune de studii pentru energia atomică prelucrează problemele ştiinţifice, pe cînd aspectele economice şi de politică comercială sînt tratate de o comisie interdepartamentală cu delegaţi ai forurilor interesate. Prin aceasta se asigură şi o participare la colaborarea internaţională pentru folosirea paşnică a energiei atomice.

O importanţă deosebită revine proiectului ONU pentru înfiinţarea unei agenţii mondiale a energiei atomice, deschisă tuturor membrilor ONU, la care Elveţia va participa ca şi la celelalte organizaţii afiliate ONU. Se menţionează de altfel că Elveţia tratează cu S.U.A. asupra unui contract privind energia atomică. Pe lîngă problemele economice ale unei coordonări internaţionale, intervin prin urmare şi probleme politice. Se impune de aceea crearea unei baze constituţionale pentru rezolvarea problemelor puse de energia atomică. In acest scop va fi amendată constituţia Elveţiei încă în toamna aceasta. E 278

v. b.

Primele centrale atomoelectrice particulare în S.U.A., BWK an 8 (1956) nr. 7 pag. 370.

Comisia americană pentru energia atomică (AEC) a acordat în mai a. c. autorizaţiile de construcţie pentru primele două centrale atomoelectrice, care vor fi instalate şi exploatate de industria particulară şi urmează a intra în producţie în 1960.

Una din centrale dispune de un reactor cu apă de evaporare de 180 MW, utilizînd U^{235} slab aglomerat. Această centrală se construieşte la 80 km SW de Chicago de către Commonwealth Edison Company. A doua centrală va avea un reactor cu apă sub presiune, echipat cu supraîncălzitori încălziţi cu păcură. Puterea instalată va fi de 236 MW. Centrala se construieşte de către Consolidated Edison Company of the City of New York la 40 km de acest oraş.

Eliberarea autorizaţiilor de construcţie a devenit posibilă datorită perfecţionării instalaţiilor de siguranţă. Alte cereri de construcţie sînt în curs de examinare de către AEC. E 279

v. b.

O centrală atomoelectrică de *70* MW în *1959* în Franţa, Le Moniteur professionnel de l'Électricité nr. 103, aprilie (1956) pag. 3.

Fr. Perrin, înaltul comisar al energiei atomice în Franţa a anunţat în martie a. c. cu ocazia unei conferinţe ţinute la Bruxelles, că o centrală atomoelectrică de 70 MW va intra în funcţiune în 1959 în cadrul E.d.F. E 280

i. s.

Centrale atomoelectrice în Anglia, (După ETZ-B, vol. 8 (1956) nr. 6 pag. 244).

In Anglia sînt în curs de construcţie 10 centrale electrice pe bază nucleară, comportînd un volum de investiţii de 7,6 miliarde DM (în lei la paritate circa $6{,}4 \times 10^{9}$). E 281

v. b.

Reamintim abonaţilor noştri necesitatea reînnoirii din timp a abonamentelor pe anul 1957 la PUBLICAŢIILE TEHNICE DE SPECIALITATE editate de A.S.I.T.

Costul unui abonament individual lei 30.

Pentru bibliotecile întreprinderilor, cabinete tehnice, institute de învăţămînt etc., costul este de lei 96 anual. Plata prin virament nr. 01012 B. R.P.R. Filiala I. V. Stalin Bucureşti.

Abonamentele se primesc la sediul Consiliului Central A. S. I. T. Serv. de Difuzare al Publicaţiilor, Bucureşti, Calea Victoriei nr. 118, tel. 4.06.24, la sediile filialelor şi subfilialelor A.S.I.T. din întreaga ţară, precum şi prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T.

Instrucțiunea *64—55* pentru înădirea prin sudare a cablurilor subterane armate cu conductori de aluminiu,

Apărută la Editura Energetică de Stat, aduce o contribuție importantă la utilizarea de asemenea cabluri. Lucrarea este cu atît mai folositoare, cu cît utilizarea cablurilor cu conductori de cupru se face pe o scară din ce în ce mai redusă, iar aluminiul se folosește din ce în ce mai mult. Pînă la apariția acestei broșuri, se poate spune că sudarea cablurilor cu conductori de aluminiu era o problemă foarte dificilă, în mod practic nerezolvată. Astăzi, pe baza lucrărilor ce s-au făcut, cu caracter practic — și care au fost concretizate în instrucțiunea de față — se poate trece cu succes la lucrările de sudare.

In broșură, se indică și utilajul necesar, cu dimensiunile respective pentru sudarea cablurilor cu conductori de aluminiu.

Lucrarea se împarte în mai multe părți :

A. Generalități — cu indicarea domeniului de aplicare a instrucțiunilor.

B. Operații premergătoare executării sudurii — identice cu cele de la cablurile cu conductori de cupru — cuprinde înșiruirea operațiilor care se fac și la cablurile cu conductori de cupru și la cei cu conductori de aluminiu.

C. Operații specifice sudării, în care se descriu în mod amănunțit șirul operațiilor de executat, materialul și utilajul necesar. Se descrie ut lizarea ecranelor de protecție, a cleștilor de răcire și a formelor de cărbune, necesare la formarea masivelor. Intr-o serie de tabele, se dau dimensiunile utilajului necesar, în funcție de secțiunea conductorilor, iar în numeroase figuri se indică modul de folosire a diferitelor utilaje.

Se arată de asemenea în acest capitol și modul de executare a diferitelor faze pentru sudură precum și controlul necesar pentru o bună execuție.

D. Operații ulterioare executării sudării — identice cu cele executate la cablurile cu conductori de cupru (prinderea cablului în manșon, umplerea manșonului cu masă, închiderea capacului etc.).

La finele lucrării, se găsește o parte care tratează sudarea papucilor de aluminiu, la capetele cablurilor cu conductori de aluminiu, arătîndu-se operațiile specifice sudării papucilor masivi de aluminiu.

In șase anexe, sub formă de planșe se dau desenele de execuție pentru utilajul folosit la sudarea cablurilor sau a papucilor de aluminiu.

Ing. D. I.

Instrucțiunea nr. *71—56* pentru montarea manșoanelor de înădire și a cutiilor terminale la cablurile subterane armate cu conductori de cupru, cu tensiuni de la *1—15* kV, a apărut în 1956, în editura Oficiul de presă, editură și documentare a MEEIE.

In partea de generalități, se arată importanța cablurilor electrice subterane, care constituie principalul mod de transport și distribuție în cuprinsul orașelor. Aceste cabluri pentru a prezenta o siguranță mare în exploatare, trebuie așezate cu îngrijire, dar în special manșoanele de legătură și cutiile terminale trebuie să fie confecționate cu atenție, după anumite reguli și cu folosirea de materiale de bună calitate. Lucrarea de față dezvoltă tocmai această parte, tratînd această problemă în două părți bine distincte și anume :

Partea I — Descrierea manșoanelor de legătură și derivație a cutiilor terminale și a clemelor de legătură.

Partea II — Descrierea operațiilor de montaj privind manșoanele de legătură și derivație și a cutiilor terminale.

In partea întîia, se arată piesele care servesc la executarea înădirilor, derivațiilor sau cutiilor terminale de cablu. Aceste piese sînt indicate cu dimensiunile respective, cu desenele fiecăruia și cu indicarea STAS-ului — în cazul că acesta există. Această parte conține numeroase tabele, indicîndu-se totodată și materialul din care sînt confecționate piesele și ceea ce este foarte principal și locul unde ele se utilizează.

In partea a doua a lucrării, se face descrierea operațiunilor de montaj privind manșoanele de legătură, de derivație și a cutiilor terminale. In această parte, se arată tot șirul operațiilor, începînd cu așezarea cablurilor la locurile de înădire și terminînd cu executarea legăturii și umplerea manșonului cu masă izola tă. Aceleași operații se descriu și pentru manșoanele de derivație și pentru cutiile terminale ale cablurilor. In textul din partea a doua — s-au făcut două descrieri complete — pentru manșonul de legătură și pentru cutia terminală cilindrică — iar pentru celelalte manșoane și cutii terminale s-au descris numai operațiile, care se deosebesc de la caz la caz.

Partea a doua cuprinde pe lîngă o descriere detaliată a operațiunilor necesare pentru diferitele faze și o serie de figuri explicative și tablouri, cu date și dimensiuni folositoare la execuție.

Lucrarea aduce o contribuție importantă la ridicarea nivelului tehnic de executare a lucrărilor la cablurile electrice subterane, constituind un prețios ajutor tehnicienilor și celor ce lucrează la asemenea operațiuni.

Ing. *D. I.*

Instrucțiunea nr. *72—56*, pentru exploatarea și întreținerea rețelelor de cabluri electrice subterane, pentru tensiuni peste 1 kV pînă la *35* kV inclusiv,

A apărut în anul 1956, în editura OPED (Oficiul Presă, Editură și Documentare a MEEIE). Această lucrare apare ca ediția a II, revizuită și mult amplificată a unei lucrări similare mai vechi, editată în anul 1952.

Lucrarea cuprinde cinci părți.

In prima parte — Generalități — în două capitole se indică domeniul de aplicare a instrucțiunilor și definiții generale (traseu de cablu, simboluri, puncte de plecare, puncte de sosire, etc.).

Partea a doua —Exploatarea rețelelor de cabluri electrice — cuprinde un număr de șapte capitole. In capitolul III se arată modul cum trebuie depozitate și transportate cablurile electrice ; în cap. IV montarea cablurilor și încărcările lor. In acest capitol care constituie partea principală a lucrării, se indică încărcările ce trebuie luate pentru cablurile electrice de mare tensiune. In acest mod, aceste încărcări constituie o completare — pentru partea de mare tensiune — a încărcărilor fixate pentru cablurile pînă la 1000 V și care au fost indicate în „Normativul privind instalațiile electrice pînă la 1000 V, la construcțiile civile și industriale".

In numeroase tabele se dau încărcările pentru cabluri cu conductori de cupru sau cu conductori de aluminiu, la diferite feluri de așezări (în pămînt în aer, în apă) sau pentru diferite construcții (cabluri cu trei mantale de plumb, etc.).

In afară de tabele de încărcări, se dau o serie de coeficienți de corecție, pentru a se corecta încărcările în funcție de temperaturile mediului ambiant, coeficienți de corecție pentru așezarea în același șanț a mai multor cabluri, pentru așezarea cablurilor în tuburi fără ventilație artificială, etc.

Cap. V arată operațiile ce trebuie executate la punerea în funcțiune a unui cablu, după diferitele situații în care acesta se află (după montaj, întrerupere, etc.) și modul cum trebuie făcute diferitele probe prealabile cu tensiune.

Cap. VI tratează despre supravegherea rețelelor de cabluri periodicitatea verificărilor și modul de executare al lor, iar capitolul VII, perturbații în funcționarea rețelelor.

Cap. VIII arată cum trebuie scos din funcțiune un cablu, iar cap. IX documentele și fișele ce se cer pentru darea în exploatare a unei rețele de cabluri și pe timpul funcționării lor.

Partea a treia — Incercări preventive — dezvoltă în cap. X și XI încercările preventive care trebuie executate la rețelele de cabluri electrice, în timpul explo tării lor, dîndu-se indicații ce încercări anume trebuie făcute și modul cum ele se execută. In capitolul XI se dau datele necesare pentru verificarea manșoanelor și a cutiilor terminale.

Partea a patra — Reparații — în capitolele XII și XIII arată modul general de executare a reparațiilor și în special metodele de determinare a locurilor avariate din cablu — aplicabile în diferitele situații posibile din exploatare.

Partea a cincea — Recepția lucrărilor de cabluri electrice — la cap. XIV indică instrucțiunile și formele ce trebuie făcute pentru cazul recepțiilor de lucrări noi sau recepții după reparații.

Lucrarea este folositoare atît unităților de exploatare și celor de întreținere a cablurilor electrice subterane, cît și unităților de proiectare care găsesc în ea, tabelele necesare pentru încărcări, de folosit la proiectarea rețelelor.

Ing. *D. I.*

Könyvtár

COMITET DE REDACŢIE

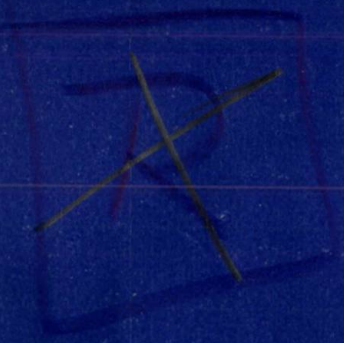
Conf. ing. **Ioan D. Stăneeseu** redactor responsabil
Conf. ing. **Călin Mihăileanu** redactor resp. adjunct

Ing. **N. Armeneoiu,** conf. ing. **I.A. Badea,** prof. ing. **M. Bercovici,** membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, conf. ing. **E. Constantineseu,** ing. **V. Cozeleiue,** ing. **P. Dimo,** laureat al Premiului de Stat, prof. ing. **C. Dineuleseu,** membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. Heresou,** conf. ing. **N. Moldoveanu,** conf. ing. **C. Peneseu,** ing. **P. Vieol,** prof. ing. **I. Vlădea.**

E 2039
d
KAT

ENERGETICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE



12

REVISTA ENERGETICA
1956

SUMAR

Pag.

Röper E.: Dezvoltarea industriei gaziere în Republica Democrată Germană 549

Munteanu Gh.: Din practica determinării consumurilor specifice de energie în industrie. 554

Vasilescu N. Moţoiu C.: Determinarea elementelor de calcul pentru fundaţiile motoarelor cu combustie internă. 564

Martac D.: Cîteva consideraţii asupra stabilităţii statice a sistemelor electrice, deduse folosind „analizorul de reţele „produs de ing. Paul Dimo. 572

Staicu C.: Stabilirea unor relaţii din teoria maşinilor hidraulice prin analiza dimensională. 580

ENERGETICA PESTE HOTARE 583

CĂRŢI NOI 588

DOCUMENTARE 589

INDEX ALFABETIC 595

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Э. Рёпер: Развитие газовой промышленности в Германской Демократической Республике 549

Г. Мунтяну: Из опыта определения удельных расходов энергии в промышленности 554

Н. Василеску, К. Моцою: Определение расчетных элементов для оснований двигателей внутреннего сгорания 564

Д. Мартак: Соображения о статической стабильности электрических систем, выведенной посредством «анализатора сетей», предложенного инж. П. Димо . . 572

К. Стайку: Определение ряда соотношений из теории машин размерным методом . 580

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА 583

НОВЫЕ КНИГИ 588

ДОКУМЕНТАЦИЯ 589

ОГЛАВЛЕНИЕ 595

SOMMAIRE

Page

Röper E.: Le développement de l'industrie du gaz dans la République Démocratique Allemande 549

Munteanu G.: La pratique de la détermination des consommations spécifiques d'énergie dans l'industrie 554

Vasilescu N. Moţoiu C.: La détermination des éléments de calcul pour les fondations des moteurs à combustion interne 564

Martac D.: Quelques considérations sur la stabilité statique des systèmes électriques, déduites en utilisant „l'analysateur des réseaux" proposé par l'ing. Paul Dimo 572

Staicu C.: La détermination de quelques relations de la théorie des machines hydrauliques à l'aide de l'analyse dimensionelle . . 580

L'ENERGETIQUE A L'ETRANGER . . . 583

LIVRES NOUVEAUX 588

DOCUMENTATION 589

TABLE ALPHABÉTIQUE 595

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Röper E.: Die Entwicklung der Gaswirtschaft in der Deutschen Demokratischen Republik 549

Munteanu G.: Aus der Praxis der Bestimmung des spezifischen Energieverbrauches in der Industrie. 554

Vasilescu N. Moţoiu C.: Betrachtungen über die für die Berechnung von Kolbenmotorfundamente erforderlichen Angaben 564

Martac D.: Einige Betrachtungen über die Stabilität statischer elektrischer Systeme, abgeleitet bei Verwendung des von Ing. Paul Dimo vorgeschlagenem „Netzanalysator" 572

Staicu C.: Bestimmung mittels der dimensionellen Analyse von einigen Beziehungen aus der hydraulischen Maschinenlehre 580

DIE ENERGETIK IM AUSLANDE . . . 583

NEUE BÜCHER 588

SCHRIFTTUM 589

NAMENSVERZEICHNIS DER AUTOREN IN ALPHABETISCHER REIHENFOLGE 595

E 2039

ENERGETICA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacţie

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul IV ★ 1956 ★ Nr. 12 Redacţia: Bucureşti, str. I. Ghica nr. 3 ★ Tel. 3.07.30 3.57.28

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

Dezvoltarea industriei gaziere în Republica Democrată Germană

Dipl. ing. ERNST RÖPER — BERLIN

BUCUREŞTI TAUSCH

Autorul, conducătorul tehnic al Administraţiei principale a gazului din Ministerul Cărbunelui şi energiei din R. D. G., prezintă liniile de dezvoltare a industriei gaziere şi schimbările de structură ce vor interveni în perspectivă.

Industria gazieră a actualei Republici Democrate Germane, a fost tăiată brusc, la separarea Germaniei, de o parte importantă a surselor ei de materie primă, de zăcăminte de huilă din regiunea Ruhr. Din această cauză a trebuit să intervină o nouă orientare spre micile zăcăminte proprii rămase în Saxonia şi spre import din Republica Populară Polonă şi Republica Cehoslovacă. La această situaţia s-a adăugat starea de distrugere, de multe ori foarte accentuată în care se găseau uzinele şi reţelele de gaz la sfîrşitul războiului.

Conducerile întreprinderilor s-au găsit astfel în faţa unor probleme deosebit de grele şi a căror soluţionare mai era îngreunată de faptul că atunci nu exista o conducere centrală a economiei gaziere. Uzinele de gaz şi întreprinderile de distribuţie depindeau de întreprinderile economice comunale locale, în care interesele lor nu puteau fi apărate în modul cel mai adecuat. Ca organe îndrumătoare existau cinci regiuni energetice, care la rîndul lor depindeau de guvernele diferitelor provincii şi de secţiile lor energetice. Mai tîrziu, întreprinderile pentru alimentarea cu gaz şi energie electrică au fost desprinse din întreprinderile economice comunale şi grupate în întreprinderi independente din punct de vedere juridic şi încadrate în regiunile energetice. Pe baza acestei concentrări a întreprinderilor energetice care s-a făcut pe plan provincial, regiunile energetice şi-au schimbat numele în asociaţii ale întreprinderilor de stat din economia energetică.

In noul guvern format la înfiinţarea Republicii Democrate Germane, interesele economiei energetice erau reprezentate la început de Secretariatul de Stat pentru cărbune şi energie, în care activa deja atunci o mică secţie principală a gazului ca organ îndrumător şi coordonator. In cursul dezvoltării industriale şi a consolidării economiei de Stat acestei secţii i s-au subordonat direct mai întîi o serie de uzini de gaz mai mari. Sarcinile mereu crescînde cereau însă o concentrare mai strînsă şi astfel s-a format în Ministerul industriei grele o administraţie principală a gazului independentă, căreia în cursul dezvoltării i-au fost subordonate toate uzinele de gaz şi întreprinderile de distribuţie. Cu această ocazie s-a dovedit însă necesară şi o concentrare pe un plan mai coborît. Aceasta s-a făcut prin infiinţarea întreprinderilor regionale. In acest cadru, întreprinderii conducătoare îi sînt subordonate toate întreprinderile de gaz din zona regiunii administrative respective. Corespunzător împărţirii administrative, există 15 întreprinderi regionale care sînt subordonate direct administraţiei principale a gazului. Ministerul tutelar este acum Ministerul Cărbunelui şi energiei care s-a format din fostul Minister al Industriei grele.

Cele 15 întreprinderi regionale, care sînt denumite întreprinderi de alimentare cu gaz cuprind actualmente 184 uzine de gaz. Pentru întinderea relativ mică a Republicii Democrate Germane, această cifră este mare şi trebuie spus că în ultimii ani, unele uzine au fost deja oprite şi racordate la reţeaua de transport de gaz la distanţă.

In timp ce în partea de apus a Germaniei marile cantităţi de gaz rezultate din cocserii

concentrate atît de strîns în regiunea Ruhrului au fost colectate încă de acum 30 ani, dînd naştere în cursul timpului la o dezvoltată reţea de transportat gaz la distanţă, în răsăritul Germaniei, adică în actuala Republică Democrată Germană, nu s-a făcut decît slabe începuturi pentru alimentarea la distanţă. Din această cauză este de înţeles că majoritatea oraşelor şi comunelor aveau uzina lor de gaz proprie. După numărul locuitorilor ce urmau a fi alimentaţi, mărimea uzinelor de gaz variază în limitele unui consum zilnic între 1 şi 2 000 tone de huilă.

Repartiţia este următoarea :

102	uzine	de	gaz	cu	un	consum	zilnic	pînă la	10 t
59	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	de	10—50 t
9	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,		50—100 t
6	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,		100—200 t
8	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,		peste 200 t

Cuptoarele folosite sînt :

87	uzine	cu	cuptoare	retortă orizontale
70	,,	,,	,,	cu camere verticale
18	,,	,,	,,	cu camere mici orizontale
4	,,	,,	,,	orizontale
5	,,	,,	,,	cu camere înclinate

O mare parte din aceste uzine au o vechime de 60 pînă la 100 ani, unele chiar mai mult. Cu toate că în cursul timpului cuptoarele au fost înlocuite, totuşi se pot întîlni des instalaţii foarte vechi.

După cum s-a arătat, alimentarea cu gaz la distanţă este încă relativ nouă pe teritoriul Republicii Democrate Germane. Totuşi de cîţiva ani se lucrează foarte intens la o extindere în stil mare. Reţeaua interregională propriu zisă are actualmente o lungime de 2770 km cu conducte de următoarele dimensiuni :

pînă la	150 mm	diametru	1 800 km
	200 mm	diametru	140 km
	250 mm	diametru	160 km
	300 ,,	,,	450 ,,
	400 ,,	,,	70 ,,
	500 ,,	,,	100 ,,
peste	500 ,,	,,	50 ,,

Reţeaua funcţionează cu 10 at, pe unele porţiuni şi cu presiuni mai mari, pînă la 20 at. Numai în unele ramificaţii finale secundare mai este folosită o presiune de 5-6 at.

In reţeaua de alimentare cu gaz la distanţă debitează numai relativ puţine uzine în timp ce majoritatea celor 184 uzine formează aşa zise *exploatări insulare* care îşi alimentează numai propria reţea locală. In afară de uzinele de gaz subordonate direct administraţiei principale a gazului ca de exemplu cele din Leipzig, Karl Marx-Stadt, Halle, Erfurt, Eisenach şi marea uzină de gaz Magdeburg mai există încă 3 alte întreprinderi şi anume 2 cocserii în Zwickau şi uzina de gaz a Combinatului Otto Grotewohl din Böhlen, care pot fi considerate ca astfel de surse de alimentare. Ultima uzină citată lucrează după principiul gazeificării sub presiune cu oxigen după procedeul Lurgi. Cu toate acestea, cantitatea de gaz ce revine reţelei interconectate însumează 63% din cantitatea totală de gaz. Aceasta la rîndul ei se repartizează astfel pe diferitele categorii de consumatori :

industria	27,1 %
ateliere	7,1 %
reţele publice	56,8 %
pierderi	9 %

Cota de consum a marii industrii constituie 37% din consumul reţelei interconectate. Repartiţia ei este următoarea :

Construcţia de maşini	54 %
Industria minieră sidirurgică şi chimică	34 %
Transporturi	5 %
Industria uşoară	3 %
Diverse	4 %

Faţă de anul 1948, cantitatea de gaz distribuită prin reţeaua de transport de gaz la distanţă a R.D.G. a crescut cu circa 230%. Şi uzinele de gaz izolate au prezentat în mare aceiaşi creştere şi este de remarcat că cele două uzine principale de alimentare a reţelei de transport la distanţă, cea din Magdeburg şi cea din Böhlen, şi-au dublat capacitatea fără nici o extindere a instalaţiilor de producere, ci numai prin ameliorarea procesului lor tehnologic şi prin eliminarea de strangulări.

Această dezvoltare nu a decurs fără greutăţi. Mai ales ultimii ani ai primului plan cincinal au adus o creştere a necesităţilor cu care capacităţile de producţie n-au putut să ţină totdeauna pasul. Cu toate că aprobarea pentru instalarea de sisteme de încălzire cu gaze nu se acordă poate decît în cazuri rare totuşi vîrfurile de iarnă ce intervin sînt deosebit de neplăcute.

Acest plus de consum apărut de multe ori brusc ca şi eventuale diminuări ale capacităţii de producţie datorite unor avarii au impus o dirijare foarte strînsă a consumului. In afara de faptul că o grupă de specialişti în utilizarea gazului în scopuri industriale se ocupă continuu cu îndrumarea consumatorilor industriali de gaz, ceea ce a condus deja la succese importante în reducerea consumului specific, s-a instituit un dispercer principal şi dispeceri regionali.

Dispecerul principal compară zilnic disponibilităţile de gaz cu consumul şi comunică marilor consumatori prin intermediul dispecerilor regionali de gaz, cantităţile de gaz pe care acestea le pot prelua din reţea.

In acest scop, totuşi consumatorii mari de gaz, cu un consum zilnic mai mare de 500 m³, au consumul de gaz contingentat. In plus, s-au introdus trepte de distribuţie care sînt prescrise în funcţie de situaţia presiunii în reţea.

Treapta de distribuție „*liber*" permite orice preluare de gaz, chiar peste limita contingentată.

Treapta A	obligă respectarea contingentării;	
„ B	aduce o economie, în întreaga rețea de	3,5 %;
„ C	o economie de	7 %
„ D	„ „ „	10,5 %
„ E	„ „ „	14 %

La scăderea generală a presiunilor în rețea, alimentarea este condusă numai operativ.

Pentru a ține totuși seama de importanța fabricației fiecărui consumator chiar în astfel de situații grele de alimentare, consumatorii au mai fost clasați, cu concursul ministerelor și a administrațiilor principale de resort în diferite trepte de urgență; reducerea procentuală de consum a acestor trepte de urgență este diferită în funcție de treapta de distribuție prescrisă.

Treapta de urgență	IA cuprinde aproximativ	4 %
	I aproximativ	67 %
	II „	13 %
	III „	16 %

din consumul total contingentat.

Stabilitatea situației de alimentare cu gaz poate fi apreciată după cota procentuală a treptelor de distribuție prescrise efectiv în fiecare an. Pentru altimii ani rezultă următoarea situație.

Treapta	1953	1954	1955	1956 (pînă la 30 sept)
liber	58)67	46)76	66,5)81,5	82,9)88,9
A	9)	30)	15,0)	6,0)
B	10	12	9,0	0,2
C	8	9	6,0	7,3
D	5	1,5	3,5	2,0
E	—	1,2	—	0,2
operativ	—,	0,3	—	1,4

Reiese astfel clar tendința crescătoare a intervalelor cu consum liber și nerestrîns; ea se datorește în mare parte conducerii mai fine a fluxului de gaz în rețele și spre punctele mai importante de consum adică muncii dispecerului principal dar și ameliorării disciplinei consumatorilor. Acestor factori li se adaugă o serie de măsuri luate în ultimul an pentru sprijinirea trecătoare a presiunii rețelei interconectate prin injectarea unui amestec de gaze lichefiate și aer sau adăugarea de gaz natural.

Pentru dezvoltarea economiei noastre gaziere în cel de al al doilea plan cincinal și mai ales în cel de al treilea plan cincinal de la 1960-1965, apar perspective grandioase. Deja de cîțiva ani a fost pusă în funcțiune marea cocserie Lauchhammer, care lucrează pe bază de cărbuni bruni indigeni. Ea produce din brichete făcute din praf foarte fin de cărbuni bruni, un cocs tare, deja utilizat pentru scopuri metalurgice și în industria chimică. Gazul care rezultă nu este încă adecuat pentru transport la distanță, din cauza conținutului său ridicat de CO_2 și din cauza compușilor organici de sulf; el este însă deja utilizat în scopuri industriale. După punerea în funcțiune a unei instalații de spălare sub presiune pentru CO_2 și a unei instalații pentru îndepărtarea sulfului organic și această sursă de gaz va putea fi racordată la rețeaua de transport la distanță.

Combinatul *Pompa neagră* care se găsește deja în construcție, va livra începînd cu anul 1963 circa 3 miliarde m^3 de gaz, și anume jumătate după procedeul Lauchhammer și cealaltă jumătate prin gazeificare sub presiune cu oxigen. Aceste cantități de gaz foarte mari vor deveni disponibile dintr-odată. Prima problemă care decurge din această situație este o extindere a rețelei de transport de gaz la distanță într-o astfel de formă, încît să permită plasarea acestui gaz. Pe baza unei analize a consumului întocmită cu multă grije, au fost determinate centrele de greutate ale consumului și extinderea rețelei actuale a fost astfel proiectată, încît să cuprindă în viitor întregul teritoriu al RDG într-un inel și printr-un sistem corespunzător de legături nord-sud și est-vest să se poată alimenta întreaga țară. In cursul celui de al doilea plan cincinal, adică pînă în anul 1960 este planificată o mărire a rețelei la 194% față de situația din 1955, pînă în anul 1965 la 292% și pînă în anul 1970 la 387%. In aceleași intervale, alimentarea cu gaz se va dezvolta după cum urmează:

1955 = 100 %
1960 = 160 %
1965 = 357 %
1970 = 426 %

Dacă se compară dezvoltarea alimentării cu gaz cu extinderea rețelei de transport de gaz la distanță, rezultă pînă în anul 1960 o decalare înainte a extinderii rețelei, care însă în anul 1965 este iarăși întrecută de producția de gaz. Această comparație ar putea să conducă la concluzia greșită că realizarea rețelei nu poate să țină pas cu creșterea producției de gaz. In realitate cifrele indicate nu permit recunoașterea măririi volumului conductelor, deoarece nu sînt date diametrele. Se poate însă spune că cea mai mare parte a conductelor vor avea diametre de 500 mm și mai mari.

Procedeul clasic al degazării huilei va pierde mult din importanță față de degazarea și gazeificarea cărbunelui brun. In timp ce consumul de huilă își va păstra valoarea absolută, cota parte a gazului din cărbune brun va crește foarte mult.

In afara necesității expuse a extinderii rețelei de transport de gaz la distanță sînt de rezolvat în intervalul pînă la punerea în exploatare a primului mare combinat *Pompa neagră* și o serie de alte probleme. Problema cea mai urgentă este pregătirea unor cantități de gaz destul de mari, pe de o parte pentru a acoperi consumul care crește repede, pe de altă parte

pentru a realiza o anumită continuitate în creşterea producţiei de gaz. Concomitent trebuie dată o deosebită atenţie numărului mare de uzine de gaz mici cu o productivitate a muncii redusă.

Deoarece cantităţile disponibile de huilă nu pot creşte, nu este posibilă o producţie în plus de gaz din degazarea unor astfel de cărbuni.

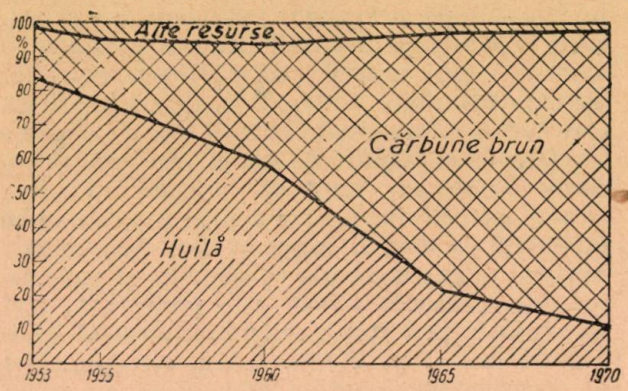


Fig. 1 : Evoluţia structurii bazei de combustie a industriei gaziere.

Căile pentru ridicarea producţiei de gaz trebuie căutate la alţi combustibili,adică cărbune brun şi produse uleioase minerale (fig. 1)[1].

In acest scop s-a prevăzut o extindere importantă a instalaţiei Lurgi a marii uzine de gaz Böhlen. In industria chimică au apărut însă în ultima vreme anumite posibilităţi pentru valorificarea gazului ce rezultă la semicarbonizarea cărbunelui brun din cuptoarele de semicarbonizare, şi care poate fi adus printr-un tratament termic la o calitate oarecum corespunzătoare cerinţelor reţelei de transport la distanţă. Cercetările nu sînt încă terminate şi din această cauză nu se pot da alte detalii în acest cadru. Dacă vor fi încheiate cu succes ceea ce în stadiul actual nu mai poate fi pus la îndoială, se poate conta în anii 1959-1960 pe o importantă cantitate suplimentară de gaz.

O deosebită atenţie se dă acoperirii vîrfurilor. Este planificat ca încă în anul ce vine să se construiască o instalaţie de cracare a produselor uleioase minerale după procedeul Segaş, cu un debit zilnic de 60 000 m³. In anii următori vor intra în funcţiune alte instalaţii. Ca un procedeu deosebit este luat în considerare aşa numitul gazogen cu zgură lichidă al firmei dr. Otto din Bochum, care produce din praf de cărbune brun şi cu oxigen ca mijloc de gazeificare, un gaz de gazogen care poate fi adus ulterior prin carburare cu gudron la calitatea cerută de reţelele de transport la distanţă. Alimentarea cu gaz la distanţă va mai fi îndreptată spre o colaborare cu producţia industrială de gaz de gazogen, pentru ca în măsura în care este posibil din punct de vedere tehnologic aceste instalaţii să debiteze în reţea sau să fie scoase din funcţiune, după situaţia din reţeaua de transport la distanţă.

Pentru acoperirea vîrfurilor mari de sarcină s-a dovedit ca un mijloc simplu, sigur şi oricînd disponibil, injectarea în reţeaua de gaz la distanţă a unui amestec de gaze lichefiate — aer. Pentru amestec se foloseşte următoarea proporţie : 1 m³ butan + 7 m³ aer = 8 m³ amestec, cu o putere calorifică inferioară de 3 700 m³ kcal/m³.

Avantajele acestui procedeu sînt disponibilitatea rapidă şi cheltuielile mici de investiţii ; în schimb cheltuielile pe m³ de amestec sînt ridicate. De aceea el nu poate fi folosit decît exclusiv pentru acoperirea vîrfurilor pronunţate.

Cea mai mare parte a uzinelor de gaz existente va fi scoasă din exploatare pînă în anul 1965. Inlocuirea lor se va face prin construcţia de instalaţii de tipul cel mai modern, cu cuptoare cu camere orizontale, care vor prelucra întreaga cantitate de huilă ce vechile uzine o consumă acum. In afara unei ameliorări a calităţii cocsului, se va realiza în acest fel şi o importantă creştere a productivităţii muncii, care este apreciată la ordinul de mărime de 70 pînă la 100 %. Aceste mari unităţi vor debita în reţeaua interconectată, din care vor fi alimentate apoi reţelele locale ale uzinelor de gaz scoase din funcţiune. O parte a personalului ce se liberează prin aceste măsuri, va fi necesar pentru supravegherea şi întreţinerea reţelei, iar restul va fi pus la dispoziţia altor ramuri industriale.

Cu toate măsurile de dirijare, compensarea dintre consumul de vară şi cel de iarnă, va prezenta şi în viitor greutăţi importante, deoarece nu este raţional, din punct de vedere al economiei generale, de a încărca mai puţin în timpul verii instalaţiile a căror producţie de gaz este legată concomitent de producţie de cocs, gudroane, uleiuri şi benzen sau benzină. Din această cauză problema acumulării gazului mai ales a unei acumulări pentru compensarea pe mari intervale între vară şi iarnă trebuie lămurită cu multă perspectivă. In R.D.G. există cîteva structuri geologice care ar putea fi adecuate pentru acumularea subterană de gaz în timpul lunilor de vară. Actualmente se lucrează la cercetări care să asigure bazele tehnologice pentru realizarea practică. Primul ţel urmărit este de a acumula pentru 60 zile cu consum de vîrf circa 20 % din consumul normal.

Consumul de gaz al reţelelor publice — fără marea industrie — creşte în R.D.G. aproximativ în aceiaşi măsură ca în ţările apusene. In timp ce acolo se calculează cu o cotă anuală de 3 —5 % la noi, după datele practice de care dispunem, trebuie calculat cu o cotă anuală de 4 %. Cu toate că acest consum reprezenta în anul 1955 încă o cotă de 68 %, în anul 1970 va însuma numai 30 %. Din aceste cifre nu trebuie trasă concluzia unei reduceri a valorii absolute,

deoarece cota procentuală scade datorită creşterii consumului marii industrii a cărei cote creşte masiv la 23-64% în acelaş interval.

Dezvoltarea consumului este următoare :

Consumul de gaz în 1955	100 × m³
consumul casnic, atelierele, mica industrie	
pierderi	79 × m³
marea industrie	21 × m³
Consum de gaz în 1970	
consum casnic, ateliere, mica industrie	
pierderi	147 × m³
marea industrie	263 × m³
Repartiţia consumului în 1955	
abonaţi tarifari (din care casnici circa 80%)	53 × m³
mica industrie şi alţi consumatori speciali	16 × m³
pierderi	10 × m³
marea industrie	21 × m³
	100 × m³
Creştere pînă în 1970 prin :	
noi racordări de abonaţi tarifari din cadrul populaţiei existente 30% din 53 × m³	16 × m³
idem în urma creşterii populaţiei 25% din 53 × m³	13 × m³
noi racordări a 10^6 sobe de gătit cu gaz	8 × m³
noi racordări a 10^3 aparate de apă caldă	11 × m³
noi racordări a $0{,}5.10^6$ frigidere	8 × m³
noi racordări a $0{,}2.10^6$ sobe de încălzit cu gaze	5 × m³
consumatori speciali 30% din 16 × m³	5 × m³
pierderi	3 × m³
marea industrie	247 × m³
	410 × m³

Pentru a asigura în viitor o funcţionare interconectată ireproşabilă pe reţeaua de transport de gaz la distanţă, cu toate că producţia de gaz a diferitelor uzine producătoare se bazează pe materii prime diferite, am stabilit pe baza experienţei din ultimii ani, următoarele condiţii de calitate pentru gazul transportat la distanţă

Puterea calorifică	4 000 — 4 200	kcal/Nm³
Densitatea (maximă) (în raport cu aerul)	0,55	kcal/Nm$_3$
Conţinut de sulf organic maxim	0,3	g/Nm³
Conţinut de sulf anorganic H_2S, max	0,02	g/Nm³
Conţinut de sulf NH_3 max	0,005	g/Nm³
Conţinut de sulf O_2, max	0,4%	vol.

Pentru conservarea materialului conductelor, s-a stabilit un conţinut de umiditate a gazului astfel determinat încît punctul de rouă la 20 at să fie la cel mult 5°C, adică conţinutul de vapori de apă al gazului la 5°C şi 20 at să nu depăşească 7 g de m³ în condiţiile de exploatare.

Planul de dezvoltare a industriei gaziere a R.D.G. indică o creştere importantă pentru următorii 10-15 ani. Obiectivul său final este de a atinge nivelul mondial şi de a satisface la maximum cererile crescînde ale întregii colectivităţi în raport cu ramura noastră industrială (fig. 2). Această problemă nu poate fi rezolvată

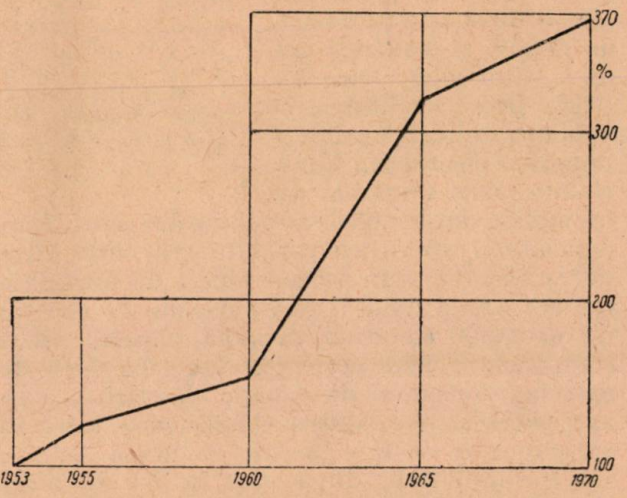


Fig. 2 : Creşterea consumului de gaz pe cap de locuitor în intervalul 1953-1970

decît dacă întregul lagăr al păcii şi al socialismului colaborează strîns şi se sprijină reciproc. Pe această cale ne vom apropia mai mult de marele nostru ţel, socialismul. In acest spirit s-a expus în acest cadru structura şi dezvoltarea proiectată a economiei gaziere în Republica Democrată Germană.

Bibliografie

Röper E.: Alimentarea cu gaz a Republicii Democrate Germane stadiul actual şi perspectivele de dezvoltare. Die Technik, 1956 nr. 7 pag. 495-499 resp. Energietechnik 1956 nr. 10 pag. 433-438

* *

DIE ENTWICKLUNG DER GASWIRTCHAFT IN DER DEUTSCKEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK

Der Verfasser, technischer Leiter der Hauptabteilung Gas im Ministerium für Kohle und Energie, schildert in einem ersten Teil die Schwierigkeiten die in der Nachkriegsperiode beim Wiederaufbau der Gaswirtschaft in der D.D.R. zu überwinden waren und die dafür getroffenen Massnahmen.

Anschliessend wird über die jetzigen Aufgaben und die entsprechende Organisationform berichtet und ein weitgehender Ausblick für die künftige Entwicklung gebracht.

Din practica determinării consumurilor specifice de energie în industrie

Ing. Gh. MUNTEANU

Se analizează conținutul consumurilor de energie dîndu-se o metodă generală de determinare a consumului indirect; apoi se menționează factorii ce influențează mărimea consumurilor specifice și se compară rezultatele ce se pot obține prin media simplă, media ponderată și prin metoda caracteristicilor.

Se precizează apoi condițiile în care este necesar să aibă loc obsevațiile și se citează metoda de lucru adoptată de I.C.T.P.C. și practicată în cadrul M.I.U.

Practica determinării consumurilor specifice de energie în industrii la noi în țară a pus unele probleme de detalii și concretizare de a căror soluționare depinde însăși utilitatea și valoarea calitativă a determinărilor efectuate. Limitîndu-se doar numai la un exemplu de problemă de detaliu (și din păcate fundamentală) este suficient să citățm că, chiar între întreprinderile cu același obiect de producție rar vor exista două a căror consum de energie de exemplu electrică să aibă aceleași părți componente. Sînt nesfîrșite discuțiile dacă de exemplu consumul de energie electrică pentru apa potabilă sau pentru condiționare intră în consumul de energie pentru produsele curente ale întreprinderii, după cum la fel de lungi sînt discuțiile dacă intră în consumul de energie pentru produsele curente și consumul atelierelor anexe (întreținere) ale întreprinderii.

Soluționarea singulară de la caz la caz (fiecare întreprindere în felul ei) adesea eludează o parte din consumul de energie și uneori face imposibilă stabilirea unui consum specific pentru un același produs obținut din mai multe întreprinderi.

Intrucît în măsurarea consumurilor de energie atît literatura noastră energetică cît și cea străină nu dau suficiente detalii, ne propunem a analiza cîteva astfel de probleme de detalii practice.

1. *Conținutul noțiunii de consum de energie.* Sub oricare dintre formele ei (calorică, electrică, mecanică) energia este utilizată în undustrii fie direct la agregatele din procesul tehnologic al produsului de obținut (consumul direct) fie la agregate ce nu intră în procesul tehnologic ci dau un produs (apă rece, caldă, condiționare etc.) pe care îl consumă agregatele din procesul tehnologic. Acest produs obținut prin agragate sau stații centrale în întreprindere și destinat consumului agregatelor tehnologice eventual și altor consumuri în întreprindere este un purtător de energie, deoarece pentru obținerea lui s-a consumat o cantitate de energie în agregatul sau stația care l-a produs. Așa este cazul apei dela puțurile proprii întreprinderii, al încălzirii, al iluminatului industrial adică în general acesta e cazul asigurării tuturor elementelor și condițiilor *fizice* necesare funcționării agregatelor tehnologice.

Cum din aceste elemente și condiții purtătoare de energie fiecare agregat din procesul tehnologic consumă o cantitate, rezultă că și consumul pentru producerea purtătorilor este în ultimă analiză tot un consum de energie, însă indirect, al agregatelor din procesul tehnologic. Deoarece funcționarea agregatelor tehnologice nu e posibilă decît cu elementele și condițiunile fizice normale, consumul de energie pentru orice proces sau agregat tehnologic realmente și în mod natural cuprinde un consum direct și un consum indirect.

Așadar atunci cînd e vorba de consumul unui agregat tehnologic sau grup de agregate, din oricare fel de energie, este necesar a cerceta consumul direct din felul de energie considerat precum și consumul din același fel de energie însă prin diferiți purtători de energie.

In concret dacă ne referim la consumul de energie electrică pe o lună de iarnă a unei filaturi care consumă energie electrică pentru forță și lumină, aburi pentru încălzire și condiționare, apă rece pentru condiționare și uz sanitar, aer comprimat pentru curățirea mașinilor și aer ventilat pentru instalația de pîrlit, consumul direct va cuprinde forța și lumina iar cel indirect va cuprinde cîte o parte din consumurile de energie electrică a centralei termice, a stației de condiționare a uzinei de apă (sau puțurilor), a stației de compresoare și a ventilatoarelor. Este de remarcat că în cazul cînd un purtător de energie este folosit exclusiv într-un singur sector sau la un singur agregat tehnologic, determinarea cantitativă a purtătorului respectiv nu mai e necesară, întreg consumul de energie electrică pentru producerea lui constituind în totalitate un consum indirect al sectorului sau agregatului respectiv.

In cazul purtătorilor de energie produși într-o instalație centrală pe întreprindere și care deservesc mai multe sectoare tehnologice, determinarea consumului indirect, introduce pe lîngă necesitatea măsurării consumului de energie electrică pentru producerea purtătorului respectiv și pe aceia a măsurării cantității totale de purtător produs precum și a consumului de

purtător, al sectorului sau agregatului ce se cercetează.

La rîndul lor consumurile de energie pentru producerea purtătorilor de energie vor cuprinde şi ele consumuri directe şi indirecte. Determinarea consumurilor indirecte pentru producerea purtătorilor de energie revine la determinarea schimburilor de purtători de energie între ei. De exemplu pentru producerea aburului e necesar un consum de apă dar în acelaş timp producerea apei poate necesita un consum de abur (fie pentru încălzit fie pentru pompe). Considerarea consumurilor indirecte la producerea purtătorilor de energie s-ar părea că face din determinarea lor o problemă de aproximaţii succesive sau concret referindu-ne la cazul abur şi apă, s-ar părea că pentru cunoaşterea consumului de energie electrică prin apa de alimentare utilizată la producerea aburului, e necesară în prealabil cunoaşterea consumului indirect prin abur pentru producerea apei. Ar rezulta deci un cerc vitios de înlăturat prin aproximaţii succesive.

In realitate admiţînd că se au n purtători de energie $(1,2 \ldots n)$ şi numind $a_1\ a_2 \ldots a_n$ cantităţile totale produse în întreprindere (exprimate în unităţile de măsură naturale ale fiecăruia); $\alpha_1\ \alpha_2 \ldots \alpha_n$ consumurile specifice de energie (raportate la unitatea din fiecare purtător) pentru producerea lor şi cu a_{ik} cantitatea din purtătorul k consumată de purtătorul i şi însfîrşit A_i energia consumată direct pentru producerea purtătorului i se are :

$$a_i \alpha_i = A_i + \sum_{k=1}^{k=n} \alpha_k a_{ik} \qquad (1)$$

în care A_i reprezintă consumul direct pentru producerea purtătorului i şi $\sum_{k=1}^{k=n} \alpha_k a_{ik}$ consumul indirect (prin purtători de energie inclusiv purtătorul i) (*1*) reprezintă din punct de vedere fizic (energetic) bilanţul extern al centralei de producerea purtătorului i iar din punct de vedere matematic, considerate pentru toţi purtătorii, un sistem liniar de n ecuaţii cu n necunoscute $(\alpha_i i = 1,2 \ldots n)$ şi anume :

$$(a_{11} - a_1)\alpha_1 + a_{12}\alpha_2 + \ldots a_{1n}\alpha_n + A_1 = 0$$

$$(a_{21}\alpha_1 + (a_{22} - a_2)\alpha_2 \ldots\ldots a_{2n}\alpha_n + A_2 = 0$$

$$\vdots$$

$$a_n\alpha_1 + a_{n2}\alpha_2 + \ldots (a_{nn} - \alpha_n)\alpha_n + A_n = 0$$

din care se pot avea consumurile specifice $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ de energie pe unitatea de purtător.

Avînd acum consumurile specifice de energie pe unitate se poate exprima consumul agregatului sau sectorului ce se cercetează sub forma :

$$P = P_d + \sum_{1}^{n} p_i\ \alpha_i \qquad (2)$$

unde P_d reprezintă consumul direct de energie (sub forma care se cercetează, de ex. electric sau termic) iar p_i reprezintă consumul (în unităţi naturale) de purtătorul de energie i astfel că $\sum_{1}^{n} p_i\ \alpha_i$ reprezintă în mod exact şi total consumul indirect. (Insumarea dela 1 pînă la cîţi purtători de energie consumă agregatul sau sectorul studiat).

In cazurile practice numărul purtătorilor în majoritatea industriilor fiind 4—5 iar consumurile de purtători între ei limitîndu-se la 2—3, expresiunile (1) (2) devin mult mai simple atît prin numărul mai mic de ecuaţii cît şi prin anularea majorităţii coeficienţilor a_{ik}; în cazurile practice de obicei e mai uşoară determinarea coeficienţilor α_i prin rezolvarea prin reducere sau substituţie a sistemului (1).

Ca exemplificare fie că se cere a stabili consumul de energie electrică al unui sector tehnologic care în timp de 24 ore consumă : energie electrică pentru forţă şi lumină 20.000 kWh, abur pentru încălzit şi condiţionare 50 tone şi apă rece pentru condiţionare şi sanitare 30 cm³.

In acelaşi interval de timp centrala termică a consumat energie electrică (tiraj; pompe de alimentare cu apă, lumină, 720 kWh, apă rece 220 tone şi a produs 200 tone aburi din care a consumat 5 tone pentru pompa de păcură. Staţia de pompe (pentru apă rece) tot în acelaşi interval de timp a consumat : energie electrică 286 kWh (forţă şi lumină), aburi 20 tone (pentru încălzit) şi a produs 400 tone apă.

Cu notaţiile convenite şi considerînd aburul ca purtătorul de energie No. 1 şi apa No. 2 se are pentru consumul sectorului considerat

$$P = 20.000 + 50\alpha_1 + 30\alpha_2.$$

iar în vederea determinării lui α_1 şi α_2 se are : $A_1 = 720$ kWh; $a_1 = 200$ t. abur; $a_{21} = 5$ tone; $a_{21} = 220$ t; $A_2 = 286$ kWh; $a_2 = 400$ t; $a_{12} = 20$ t în care sistemul (1) devine :

$$200\alpha_1 = 720 + 220\alpha_2 + 5\alpha_1$$
$$400\alpha_2 = 286 + 20\alpha_1$$

sau, ordonat după indicii lui α :

$$\begin{aligned} 195\alpha_1 - 220\alpha_2 - 720 &= 0 \\ -20\alpha_1 + 400\alpha_2 - 286 &= 0 \end{aligned} \qquad (6)$$

După metoda determinanţilor se are :

$$\alpha_1 = D_1 = \frac{\begin{matrix} -720 & -220 \\ -286 & +400 \end{matrix}}{\begin{matrix} +195 & -220 \\ -20 & +400 \end{matrix}} = \frac{-288000 - 62920n}{-78000 - 4400} = 4{,}3$$

$$\alpha_2 = \frac{D_2}{D} = \frac{\begin{matrix} 195 & -720 \\ -20 & -286 \end{matrix}}{\begin{matrix} 195 & -220 \\ -20 & +400 \end{matrix}} = \frac{55700 - 14400}{-82400} = 0{,}9$$

(calcule cu rigla) sistemul (6) putîndu-se rezolva şi prin metoda reducerii sau substituţiei.

Consumul real al sectorului va fi deci:

$$D = 20.000 + 50.4{,}30 + 30.0{,}90 = 20242 \text{ kWh}$$

2. *Consumuri ce nu-şi justifică integrarea în consumul tehnologic.* Asigurarea elementelor de producţie (materie primă, utilaj, energie sau combustibil şi personal) în ritmul cerut de dinamica de producţie, impune în structura întreprinderilor şi după mărimea lor, organe anexe a căror activitate în mod obişnuit implică un consum de energie. Astfel sînt atelierele electromecanice pentru întreţinerea şi repararea utilajului, amenajările ad-tive, sanitar, social — culturale pentru personal, depozite şi amenajări pentru asigurarea materiei prime şi a pieselor de schimb. Mărimea şi existenţa acestor organe variază cu mărimea întreprinderii, în cazul întreprinderilor cu un proces tehnologic redus, unele din ele (de ex. atelierele electromecanice) putînd lipsi, întreprinderea asigurîndu-şi reparaţiile în afara ei după cum se poate avea şi cazul invers că la o mare întreprindere, atelierele electro-mecanice şi de construcţii sau amenajările sanitare social — culturale să deservească în parte sau în total mai multe sau chiar un grup de întreprinderi. Mărimea acestor organe anexe care nu concură direct la procesul tehnologic precum şi activitatea lor nefiind determinată în mod exclusiv de procesul tehnologic precum şi faptul că rezultatul activităţii lor nu intră în producţie sub o formă oarecare de energie, justifică separarea şi eliminarea lor din consumurile de energie ale procesului tehnologic de producţie. Economia energetică a acestor organe (sectoare) e cazul a se urmări după specificul lor şi în raport du dinamica lor de funcţionare.

Desigur şi consumul acestora va cuprinde un consum direct şi unul indirect prin diverşi purtători de energie.

Dintre consumurile organelor (sectoarelor) ce nu concură direct la procesul tehnologic, susceptibile de interpretări, sînt cazurile centralelor termice şi electrice ale întreprinderilor. Acestea se pot trata şi ele ca sectoare separate avînd fiecare un consum specific de energie electrică şi termică pe unitatea de produs (kWh sau kcal) sau fiecare centrală în parte se poate trata în cadrul procesului tehnologic ca generator de purtători de combustibil convenţional. Considerarea centralelor electrice şi termice ale întreprinderilor ca generatori de purtători constituie forma prin care se poate face urmărirea şi exprimarea consumului a oricărui fel de energie într-o unitate de măsură unică, de exemplu combustibilul convenţional.

Intr-adevăr în cazul întreprinderilor industriale din care o bună parte sînt dotate şi cu centrale termoelectrice, urmărirea numai a consumului de energie termică în combustibil convenţional nu poate conduce la un indice caracteristic pentru întreprindere, dat fiind consumul de energie electrică pentru producerea căreia întreprinderea foloseşte o cantitate (consum) de combustibil.

Pentru cazul că întreprinderea nu primeşte din afară energie electrică sau termică (sub altă formă decît combustibil) centralele electrice şi termice generatoare de purtători de combustibil convenţional intră în mecanismul de calcul arătat mai sus pentru stabilirea consumului direct şi indirect.

Deşi metoda are avantajul de a caracteriza întregul proces energetic al întreprinderii, printr-un singur indice foarte util în planificarea energetică totuşi ea este criticabilă în ceea ce priveşte fidelitatea faţă de realitate a consumurilor din procesul tehnologic. Intr-adevăr, fie că două industrii folosind exact aceleaşi elemente de producţie (materie primă, utilaj şi personal) sînt alimentate cu energie electrică una printr-o staţie de transformatoare cu pierderi de 2% (în staţie) şi alta printr-o centrală electrică cu un consum propriu de 8%; în acest caz consumurile tehnologice în a 2-a întreprindere vor fi cu 6% mai mari ca în prima. Situaţia este la fel în cazul urmăririi consumurilor tehnologice de căldură, în combustibil. In cazul luat, consumurile tehnologice la cele 2 întreprinderi vor fi diferite, raportul între ele fiind acelaşi ca raportul randamentelor totale ale centralelor termice.

Aşadar acest mod de considerare al centralelor electrice şi termice introduce în consumul tehnologic o cotă parte independentă de procesul tehnologic, cotă care hotărît afectează realitatea şi reduce valabilitatea (şi aceea încă limitată de alţi factori) stabilirii unor consumuri pe grupe de întreprinderi sau pe o ramură industrială sau a utilizării consumurilor specifice ca date de bază în planificare şi proiectări.

Acest lucru este în întregime valabil pentru toţi purtătorii de energie folosiţi într-o industrie; randamentele agregatelor de producerea lor, afectează consumul în mod independent de procesul tehnologic.

Oarecum mai complexă este considerarea ca staţie generatoare de purtători de energie a centralelor termoelectrice cu turbine sau maşini cu abur şi dotate sau nu cu acumulatori de căldură pentru compensarea diferenţelor între curba de sarcină electrică şi termică.

Putînd fi cu condensaţie sau termoficate parţial sau total uzinele termoelectrice pot produce simultan, unul (energie electrică) doi (energie electrică şi abur) sau chiar trei (energie electrică, abur şi apă caldă) purtători de combustibil care se pot consuma numai în întreprindere sau în afară (cazul centralelor conectate la reţeaua electrică naţională).

Acest mod de considerare al centralelor termoelectrice din întreprinderi introduce încă 3 factori independenţi de variaţie a consumului tehnologic (randamentul cazanelor, randamentul

agregatelor termoelectrice şi randamentul acumulatorilor de căldură) particularizează şi mai mult consumul fiecărei întreprinderi şi pune problema :

— echivalentului în combustibil al energiei electrice primită din reţeaua naţională.

Cea de a doua posibilitate şi anume de a considera centralele electrice şi termice drept sectoare independente de producţie avînd fiecare un consum de energie termic şi electric, conduce la determinarea pentru toate sectoarele întreprinderii (inclusiv centralele termice şi electrice) a consumurilor de energie termică în kcal şi electrică în kWh. In acest caz energia electrică şi cea termică constituie forme de consum direct în procesul tehnologic şi se urmăresc independent, prin determinarea consumului direct şi a celui indirect prin purtătorii de energie care se consumă în întreprindere. In acest caz consumurile tehnologice urmează a se determina la ieşirea din centrale sau la intrare în sectoarele tehnologice, reprezintă mai apropiat de realitate consumurile tehnologice şi urmează a se exprima respectiv în kWh şi kcalorii (sau altă unitate de energie calorică sau însfîrşit în combustibil convenţional net). Sub această formă consumurile tehnologice sînt mai independente de întreprindere şi mai apropiate de procesul tehnologic putînd constitui oarecum constante de producţie susceptibile de a fi folosite atît în proiectări cît şi în planificare.

Acest mod de considerare al centralelor şi care pentru centralele electrice este parţial profilat prin instrucţiunile oficiale, face posibilă urmărirea funcţionării centralelor electrice a întreprinderilor independent de urmărirea consumurilor tehnologice ale celorlalte sectoare de producţie a întreprinderii, asigurîndu-se prin aceasta, posibilitatea atribuirii şi urmăririi unui plan de producţie propriu centralelor electrice.

In concluzie :

a. orice consum industrial cuprinde o parte directă şi una indirectă :

b. pentru urmărirea cît mai aproape de realitate a consumurilor tehnologice atît centrala electrică precum şi cea termică este necesar a fi considerate sectoare de producţie separate producînd cele două forme de energie (electrică şi termică) destinate consumului direct ;

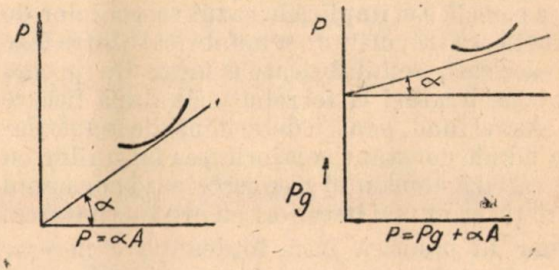
c. consumurile de energie ale sectoarelor tehnologice şi anexe este util a se urmări separat pentru cele 2 forme de energie (electrică şi termică) ;

d. consumurile centralei electrice este util a se urmări tot sub 2 forme de energie, putîndu-se reduce la energie calorică prin consumul specific al agregatelor termoelectrice numai în cazul că întreprinderea nu are schimb de energie electrică cu reţeaua naţională ;

e. consumul centralei termice este de urmărit şi el sub cele 2 forme de energie şi a se reduce la combustibil convenţional prin consumul specific al centralei electrice, numai în aceleaşi condiţii ca la punctul d ;

3. *Variabilitatea consumurilor.* Mărimea consumurilor variază cu cantitatea elementelor de producţie şi cu condiţiile ambiante şi intrinseci de desfăşurare a procesului tehnologic. Variabilitatea consumului cu calitatea materiei prime este cu totul specifică fiecărui proces tehnologic şi este analizat numai în colaborare cu tehnologii şi în funcţie de parametrii fizici ce definesc calitatea şi starea materiei prime. Independent de latura tehnologică determinarea consumurilor este necesar să cuprindă în tot cazul menţionarea parametrilor prevăzuţi de standardele sau procesul tehnologic respectiv, pentru materia primă prelucrată în timpul efecturării determinărilor.

Pentru cercetarea variaţiei consumului cu cantitatea materiei prime, aceasta din urmă se poate exprima fie prin cantitatea (în unităţi fizice) introdusă în unitatea de timp (oră, zi, lună, an) fie prin raportul între cantitatea introdusă şi capacitatea maximă a agregatelor, acest mod de exprimare fiind independent de timp. Primul mod de exprimare conduce la noţiunea de productivitate, iar al doilea la gradul de încărcare al agregatului sau sectorului. In cazul proceselor de prelucrare cu pierderi de materie primă proporţionale cu materia primă introdusă sau fără pierderi, se poate urmări variaţia conusmului în funcţie de cantitatea de produs finit a cărui cantitate cu unitatea de timp exprimă în acest caz productivitatea. In practica determinării consumurilor industriale de energie s-a admis că mărimea consumului variază sub forma din fig. 1 a pentru



1a Fig. 1 1b

cazul grupului de agregate şi sub forma din fig. 1 b. pentru cazul agregatelor unice sau a grupului cu număr de agregate constant însă la care coeficientul de încărcare variază cu productivitatea.

Analizată mai exact această ipoteză este cu atît mai valabilă cu cît intervalul de variaţie a productivităţii este mai mic şi revine în mod exact la înlocuirea funcţiei $P = f(A)$ prin tangenta sa în punctul în jurul căruia variază productivitatea. Cînd însă se pune în practică problema determinării experimentale (prin măsurarea lui P şi A) a acestei caracteristici de

consum, date fiind erorile inevitabile de măsurarea lui P ($\pm$ 2—3% pentru aparate de măsurători industriale) precum și a lui A, pentru a obține rezultate acceptabile este necesar ca intervalul de variație al lui A să fie cel puțin de $(-10\%) \div (+10\%)$ din valoarea medie a observațiilor făcute. Exactitatea determinării lui α (și deci și a lui P_0) scade odată cu intervalul de variație a lui A ajungînd a se reduce la o nedeterminare în cazul cînd toate observațiile ar conduce la același P și același A. Intr-adevăr cum $\alpha = \frac{P_1 - P_2}{A_1 - A_2}$ în cazul cînd $P_1 = P_2$ și $A_1 = A_2$ se obține $\alpha = \frac{0}{0}$ adică o nedeterminare la care se ajunge uneori și în practică. Fără alte condiționări, admisiunea variației liniare de forma 1*b* a lui P în funcție de A este valabilă pentru un singur agregat. Cînd este vorba de un grup de agregate sau un sector, admiterea variației liniare 1*b* mai impune ca numărul agregatelor în funcție să rămînă același și gradul de încărcare să fie același (pentru ca P_0 să aibă o valoare unică și la fel A să aibă aceiași valoare pentru toate agregatele). In cazul proceselor tehnologice (și numai în acest caz) cu faze latente (recristalizări în timp, fermentări etc.) este necesar ca întervalul pe care se consideră productivitatea sau cel puțin durata observațiilor să depășească durata în timp a procesului tehnologic.

Insfîrșit privitor la urmărirea variației consumului cu productivitatea, practica determinărilor este de multe ori compromisă prin nerelatarea fidelă a productivității; lăsînd la o parte manevrarea intenționată a acestei cifre (în scopul salarizării, nivelării producției etc.) stabilirea corectă a ei implică în cazul sectoarelor de producție, ca stocurile de semifabricate între faze să fie aceleași, semifabricatele ieșite din proces să fie considerate și la fel rebuturile după fiecare fază. Astfel fiind, pentru determinările industriale, se admit constanți majoritatea factorilor cu care variază consumul și se cercetează consumul și variația sa numai în raport cu productivitatea.

Chiar în practică însă, totdeauna e necesar a avea în vedere că acest fapt e numai o ipoteză și orice deviere dela ea ne impune și considerarea factorului ce nu poate (chiar din punct de vedere practic) fi considerat constant și a cerceta variația consmului și în raport cu acestea (de ex. în determinările în curs de un an, temperatura atmosferică ce influențează nu numai consumul de căldură ca în cazul anumitor agregate și cel de energie electrică).

Dată fiind adoptarea acestei ipoteze la orice determinare a consumlui, e necesar a se relata domeniul ei de valabilitate prin :

— datele caracterizînd materia primă;

— caracterizarea energetică a procesului tehnologic (procentajul față de total al consumului pe faze, faze latente, puncte de ieșire din flux sub formă de prefabricate);

— caracterizarea energetică a utilajelor (putere instalată față de utilă, caracteristice mecanice, cuplu și variația lui în sarcină și în gol, caracteristici termice, temperatura de regim, legătura cu mediul ambiant etc.,);

— caracterizarea exploatării prin variația coef. de încărcare sau a numărului de agregate;

— condițiile de personal, climatice și de exploatare pe durata măsurătorilor.

4. *Consumuri specifice.* Urmărirea consmuului în raport cu oricare din variabilele de care depinde, conduce la noțiunea de consum pe unitatea din variabila în funcție de care s-a urmărit variația, sau curent denumit consum specific. Raportarea consumului se poate face la o variabilă sau la o funcție de mai multe variabile.

Restul factorilor de care depinde un consum în afara de variabila simplă sau funcțională considerată, constituie parametri și e necesar a fi menținuți constanți pe durata observațiilor sau dacă nu se pot menține constanți e necesar a se reduce rezultatele observațiilor (prin legi cunoscute) la valori constante ale parametrilor.

Variabila (sau combinația de variabile) în raport cu care se va cerceta consumul, depinde între altele și de forma sub care se urmărește a se exprima variația consmului, formă care dacă e vorba de a fi aceiași în procese de consum diferite, va impune variabile diferite. De exemplu adoptîndu-se pentru variația consumului în funcție de productivitate, forma liniară menționată mai sus (și convenabilă practic în majoritatea consumurilor tehnologice) ea impune de exemplu în fabricarea firelor, ca variabilă independentă, produsul între cantitatea de fire în kg. și inversul grosimilor; în țesături, numărul de bătăi a spatei războiului etc. Alegerea unității, în raport cu care să se exprime consmuul specific este în acest caz o problemă analoagă cu problema definirii scărilor funcționale în exprimarea sub o formă simplă a proceselor a căror legi fizice sînt curent exprimate prin formule matematice mai complicate In majoritatea cazurilor se urmărește consumul specific pe unitătea de produs finit „acesta fiind un coeficient caracteristic în economia și planificarea industrială" iar unitatea de produs finit poate fi oarecare numai în cazul că nu s-a convenit asupra unei forme de exprimare a variației consumului în funcție de vreo variabilă sau o combinație de variabile. In cazul cînd pentru $P = f(A)$ s-a admis forma fig. 1*a* consumul specific va fi : $w = \frac{P}{A} = m$ constant : cît privește determinarea practică a lui w din n măsurători $(w_1 \dots w_n)$ afectate de erorile $\varepsilon_1 \dots \varepsilon_n$, condiția erorii patratice minime (metoda celor mai mici pătrate)

$$\Sigma(w - w)^2 = \min$$

conduce la $\frac{\delta}{\delta w}\ \Sigma(w - w_i)^2 = 0$ adică $w = \frac{\Sigma w_i}{n}$ (7)

adică la media simplă a măsurătorilor.

Tot pentru cazul consumului considerat constant, admițînd că precizia măsurătorilor e proporțională cu cantitatea de produs asupra căreia s-a făcut fiecare observație, aceeași metodă conduce la :

$$\Sigma\left(w - w_1 \frac{A_1}{\Sigma A}\right)^2 = \min \text{ și din :}$$

$\frac{\delta \Sigma}{\delta w} = 0$ și are $w = \frac{\Sigma w_1 A_i}{\Sigma A_i} = \frac{\Sigma P_i}{\Sigma A_i}$ adică (8)

media ponderată a consumurilor măsurate. In cazul formulei 1*b* adică $P = P_g + \alpha A$ consumul specific se va exprima prin

$$W = \frac{P_g}{A} + \alpha$$

forme pentru cari tot condiția erorii patratice minime în determinarea lui P_g și α ne dau [plecînd de la (9)] :

$$\Sigma(P_g + \alpha A_i - P_i)^2 = \min \qquad (9)$$

ceea ce necesită :

$$\frac{\delta \Sigma}{\delta Pg} = \Sigma(P_g + \alpha A_i - P_i) = 0 \qquad (10)$$

$$\frac{\delta \Sigma}{\delta \alpha} = \Sigma A_i(P_g + \alpha A_i - P_i) = 0 \qquad (11)$$

de unde :

$$\alpha = \frac{n \Sigma A_i P_i - \Sigma A_i \Sigma P_i}{n \Sigma A^2_i - \Sigma A_i \Sigma A_i} \text{ și } P_g = \frac{\Sigma P_i - \alpha \Sigma A_i}{n}$$

cu care se poate avea apoi [după (10)] consumul specific în ipoteza variației lineare binome (1*b*) a energiei absorbite în funcție de productivitate.

Insfîrșit, întrucît în mod curent și la noi în țară se utilizează simultan stabilirea consumurilor specifice și prin media ponderată și prin metoda caracteristicilor de consum de forma lineară binomă este util să menționăm că :

— metoda mediei ponderate este indicată (dînd un consum specific pe unitatea de produs mai apropiat de realitate) cu cazul grupurilor de agregate sau întreprinderi cu exploatare condusă prin variația numărului de agregate în mers (adică cu condiția admisă la adaptarea formei 1*a* de variație a consumului cu productivitatea) ;

— metoda caracteristicei lineare de consum 1*b* este de preferat în cercetarea agregatelor izolate și a grupurilor sau întreprinderilor în care acomodarea utilajului cu productivitatea se face prin gradul de încărcare a agregatelor (P_g = constant) ; în plus metoda mai implică și același grad (coeficient) de încărcare al tuturor agregatelor.

Mai e util de menționat că pentru exploatarea prin oprirea periodică a agregatelor parțial încărcate (ceiace e un desiderat economic în industrie) metoda caracteristicei de consum lineare 1*b* supraevaluează consumurile specifice prin cota parte din P_g a agregatelor oprite.

Cît privește stabilirea unor consumuri specifice prin intermediul unei mai exacte caracteristice de consum, (de ordinul 2,3 sau mai mare) în problemă e necesar a se considera generalitatea unei astfel de caracteristici pentru toate agregatele industriale precum și compatibilitatea cu astfel de caracteristici a aproximațiilor cu care se stabilesc consumurile în practică. In tot cazul astfel de caracteristici sînt de adaptat în studii de cercetare a prototipelor de agregate și numai la lucrări în condiții de laborator privind menținerea constantă a parametrilor și toleranțelor curente ale aparatelor de măsură.

Insfîrșit adoptarea caracteristicei lineare 1*b* cu consum în gol ca bază de determinarea consumurilor specifice impune aplicarea ei și în stabilirea consumului indirect, adică în determinarea consumurilor specifice α_i din (1) ceea ce conduce la stabilirea caracteristicelor de consum atît pentru stațiile centrale de producerea purtătorilor de energie cît și pentru sectorul sau agregatul studiat ; bineînțeles aceste caracteristici urmează a fi stabilite la toate acestea pentru toți purtătorii de energie ce intervin. Odată stabilite aceste caracteristice după productivitatea fiecărei stații de purtători se vor avea coeficienții a_{1k} din sistemul (1).

Insfîrșit după productivitatea sectorului de cercetat din caracteristica de consum (de purtători) se va avea a_i din (1) cu care se va putea stabili consumul indirect $\Sigma a_i \alpha_i$.

Pentru a aprecia șansele de aplicare în practică în mod integral a metodei caracteristicei lineare binome (adică și pentru purtătorii de energie) este suficient e considera un caz destul de frecvent în practică și anume cazul unei întreprinderi cu două sectoare tehnologice (la care se adaugă ca la orice intreprindere încă 3 indirect productive, ateliere anexe, centrală termică și rest consum) ce folosește 3 purtători de energie (apă rece, aburi și apă caldă produse cu aburi într-un schimbător de căldură central funcționînd în paralel cu bazinul de condensat și din care se alimentează și centrala termică).

In acest caz sînt necesare de stabilit pentru fiecare din cele 3 stații de producerea purtătorilor (centrala termică, schimbătorul de căldură și stația de pompe de apă rece) caracteristicele de consum pentru fiecare purtător de energie (aburi, apă caldă și apă rece) adică total 9 caracteristici din care se vor putea avea coeficienți a_{ik}. Mai e necesară caracteristica consumului de combustibil, după normele în vigoare, consumurile fiind cerute în combustibil

convențional) al centralei termice (în cazul ales ca fiind singurul consumator direct de combustibil) din care se va avea coeficientul A_i. Așadar numai pentru determinarea coeficientelor α_1 α_2 α_3 (căci trei purtători de energie s-au condiserat) sînt de stabilit zece caracteristici.

Insfîrșit pentru cele 5 sectoare sînt de stabilit cîte trei caracteristici pentru fiecare purtător de energie, una de consum direct și una de consum total adică pentru 5 sectoare 25 caracteristici de consum. Așadar pentru cazul considerat ar fi nevoie de 35 caracteristici ceeace practic e prohibitiv de laborios.

Așadar determinarea unui consum specific impune a se conveni și verifica în prealabil:

— dacă unitatea de măsură a productivității este compatibilă sau nu cu variația liniară a consumului;

— care din caracteristicele de sonsum 1*a* și 1*b* e mai apropiată de realitate față de modul de exploatare (prin variația numărului de agregate în mers sau variația coeficientului de încărcare al întreprinderii);

— în cazul adoptării formei 1*b*, dacă e necesar a fi aplicată metoda de calcul derivînd din 1*b* și pentru consumul indirect.

5. *Consumurile specifice pe ramuri de producție* revine sau la determinarea consumului total al tuturor întreprinderilor fabricînd același produs sau la determinarea unui consum specific mediu pe aceleași întreprinderi. Din punct de vedere al calculului problema constă dintr-o însumare de caracteristici iar din punct de vedere practic introduce un nou factor de variația consumului și anume modul de repartizare între întreprinderi a producției totale.

Consumul fiecărei întreprinderi fiind de forma $P_n = P_{0_n} - \alpha_n A_n$ (unele putînd avea $P_0 = 0$ altele $P_0 \neq 0$) consumul tuturor la un loc va fi (n = numărul întreprinderilor):

$$P = \Sigma(P_{0_n} + \alpha A_n) \qquad (12)$$

iar productivitatea fiecăreia fiind:

$$A_n = \frac{\text{Sarcini de producție}}{\text{numărul zilelor de funcționare}}$$

productivitatea totală a întreprinderilor va fi $A = \Sigma A_n$ încît consumul căutat va fi:

$$w = \frac{P}{A} = \frac{\Sigma(P_{g_n} + \alpha A_n)}{\Sigma A_n} = \frac{\Sigma\left(\frac{P_{g_n}}{A_n} + \alpha_n\right) A_n}{\Sigma A_n} \qquad (13)$$

și cum: $w_n = \frac{P_{g_n}}{A_n} + \alpha_n$ iar $\frac{A_n}{\Sigma A_n}$ fiind coeficientul de contribuție al fiecărei întreprinderi în productivitatea totală ΣAn (adică ponderea întreprinderii în productivitatea totală) consumul specific pe întreaga ramură va fi:

$$w = \frac{\Sigma w_n A_n}{\Sigma A_n} = \Sigma w_n \frac{A_n}{\Sigma A_n} \qquad (14)$$

adică în mod exact consumul specific pe ramură este egal cu media ponderată (prin productivitate) a consumului întreprinderilor.

Adoptarea și utilizarea consumului pe ramură poate conduce la rezultate concordante cu realitatea, numai în cazul adoptării unui criteriu constant de repartizarea producției sau mai exact productivității pe întreprinderi (de exemplu raportul între productivitatea planificată și cea maximă să fie același la toate întreprinderile sau altfel zis coeficientul de încărcare al întreprinderilor să fie același). Principial problema este aceiași a variației greutăților unui sistem de puncte grele cu condiția ca centrul de greutate să rămînă același.

Desigur că pentru valori condiționate sau speciale ale lui P_0. α și A expresiile (13), (14) și (15) pot căpăta forme simplificate.

Deasemenea mai e de accentuat că în cazul unui număr mai mare de întreprinderi cea mai comodă însumare a caracteristicilor e prin calcul și nu grafic.

Observație. In afara însumării caracteristicilor în scopul stabilirii caracteristicilor pe ramură, însumare denumită în paralel se mai pot face însumare de caracteristice în serie în scopul stabilirii consumului total pentru un produs atunci cînd se cunosc caracteristicele pe fazele procesului technologic de realizarea produsului respectiv.

6. *Evaluarea consumurilor și productivităților prin măsurători, calculații, estimații.* S-a arătat la punctul 4 că pentru o întreprindere cu 2 sectoare tehnologice și trei purtători de energie e necesară stabilirea a 35 caracteristici de consum total și specific. Presupunînd cazul cel mai favorabil că instalațiile ar fi construite cu o singură intrare a purtătorului consumat și o singură ieșire a produsului, pentru stabilirea caracteristicilor exclusiv pe bază de cifre rezultînd din măsurători, apar necesare minimum 70 aparate de măsurarea cantităților. Aceste aparate e necesar să fie totalizatoare sau înregistratoare.

O astfel de situație nu există în practica industrială, ci numai uneori în laboratoare. Chiar cele mai înaintate țări din punct de

vedere industrial, şi în producerea de aparate de măsură nu-şi pot permite un astfel de lux care după relatări statistce (Energie Technik 1954) ar ridica cu 5-15% costul investiţiilor în agregate.

E clar deci, că fără a atrage calificarea uneori prea uşor utilizată „de cifre scoase din burtă" cu sau fără voia celui de cercetează e necesar a se reduce măsurătorile numai la strictul necesar din punctde vedere al exactităţii şi economiei.

Mai mult chiar, atît literatura sovietică cît şi a altor ţări se preocupă destul de mult de metode de calcul pentru determinări de cantităţi de purtători prin măsurători cu aparate mai simple (ampermetre, voltmetre, termometre, manometre etc.) şi mai abundente în industrii.

Nefiind în obiectul prezentei expuneri preocuparea despre metodele de calculaţii de consumuri şi productivităţi (şi care se găsesc din abundenţă în literatură) se pot stabili oarecari criterii pentru limitarea admisibilităţii calculelor şi estimaţiilor. Dacă de exemplu toleranţele admise pentru aparatele de măsura energiei ce se cercetează sînt de 3% este de prisos a imobiliza aparate pentru utilizări la care cosumul e sub 3% din consumul maxim măsurat în cercetarea respectivă. Sub acest procent chiar şi o estilaţie bazată pe mai puţină rutină nu poate face erori mai mari ca 1—1,5% astfel ca sub toleranţa aparatelor de măsură aprecierea apare admisibilă. Cît priveşte calculul prin măsurători indirecte, în funcţie de datele măsurate, metoda de calcul şi rutina cercetătorului e admisibilă pînă la consumuri de 10-15% din consumul maxim măsurat. Este de la sine înţeles că cercetarea e necesar să cuprindă întreaga justificare a calculaţiei precum si datele de la care s-a pornit.

Toate acestea cu atît mai mult sînt admisibile cu cît influenţa erorilor inerente e cu atît mai înlăturată cu cît numărul observaţiilor e mai mare.

Aşadar un criteriu de urmat în practică ar fi :

— măsurarea tutror consumurilor directe mai mari ca toleranţa efectivă (inclusiv transformatorii de măsură) a aparatelor folosite la măsurarea consumurilor maxime pe un aparat ;

— stabilirea prin calcul, metode improvizate şi măsurători-sondaj pentru consumurile prin purtători de energie şi care nu depăşesc 10-15% din consumul maxim măsurat ;

— estimarea pe bază statistică sau de bilanţuri de purtători de energie, sau pe baza de putere instalată şi analogii, a tuturor consumurilor sub toleranţa efectivă a aparatelor de măsură ;

— în orice cercetare sau întreprindere complectarea aparatelor de măsură e necesar să se facă în ordinea descrescîndă a cantităţilor de măsurat (bine înţeles începînd cu agregatele producătoare).

7. *Norme de consum.* Spre a trece de la consumul specific la o normă de consum e necesar a determina posibilităţile de îmbunătăţirea utilizării energiei, a mijloacelor de obţinerea economiilor de consum precum şi a evaluării economiilor de energie în funcţie de aplicarea mijloacelor.

In cercetarea energetică problema e cazul a fi tratată mai întîi pur energetic şi în al 2-lea rînd sub aspectul economiilor valorice şi avantajelor technologice.

La îmbunătăţirea utilizării energiei se poate ajunge prin :

— reducerea pierderilor de energie (directe şi prin purtători)

— îmbunătăţirea sistemului energetic al întreprinderii ;

— îmbunătăţirea procesului technologic ;

Reducerea pierderilor de energie este o problemă de exploatare (întreţinerea instalaţiilor energetice, modul de folosire al utilajului consumator ca încărcare şi durată) şi implică determinarea pierderilor efective şi a celor normale (adică a limitelor pînă la care se poate ajunge cu instalaţiile energetice existente).

Imbunătăţirea sistemului energetic conduce la probleme de investiţii şi implică în general cercetarea în paralel a sistemului termic şi electric privind : concordanţa curbelor de sarcină termică şi electrică (sau mijloacele de aducerea lor în concordanţă) posibilităţile de utilizare intensivă (termoficare) a energiei termice precum şi îmbunătăţirea randamentelor agregatelor termice şi termo-electrice.

In îmbunătăţirea procesului technologic de multe ori condiţii de calitate sau cantitate primează (cum e şi normal) condiţiei de scăderea consumului însă sînt totuşi suficiente cazuri în care se poate ajunge şi la reducerea consumului de energie. Acesta e cazul schimbărilor principale ale procesului technologic, însă este de considerat totdeauna mai întîi îmbunătăţirea desfăşurării unui proces dat, astfel zis al organizării exploatării utilajului technologic.

In adevăr la dispoziţia technologilor este modul de folosire al utilajului, al energiei directe şi al purtătorilor de energie. Aproape în majoritatea cazurilor pierderi electrice dublu ca normale sînt totuşi mai mici decît pierderea de energie electrică prin risipa de apă rece, caldă şi iluminat ce nu e strict necesar.

Nivelul de analizare al pierderilor de energie în vederea stabilirii reducerilor posibile natural variază cu starea de întreţinere şi cu mărimea întreprinderii.

Oricum, în toate cazurile e necesar a se stabili odată cu analizarea cantitativă şi caracterul calitativ adică mai precis şi termenul din consumul total (P_0 sau α) pe care îl afectează pierderea respectivă. De ex. toate pierderile normale ale instalaţiilor de distribuţie (cabluri sau conducte) pot cuprinde o cotă parte privind P_0 (pierderi în gol trafo, scurgeri la sol) şi o alta afectînd pe α (pierderile prin reactanţă, care sînt proporţionale cu încărcarea). Imbunătăţirile sistemului energetic şi cele din procesul technologic privesc aproape exclusiv termenul constant al consumului specific (α).

Desigur după deducerea din P_0 şi α a economiilor posibile, se pot defini caracteristicile norme atît pentru consumul total cît şi pentru cel specific.

Tot ce s-a menţionat mai sus asupra caracteristicilor inclusiv însumarea lor, natural că se aplică şi caracteristicelor norme.

8. *Concluzii* :

a. Pentru a putea servi la caracterizarea şi urmărirea diferitelor procese technologice şi spre a putea fi folosite în planificare şi proiectare precum şi spre a fi susceptibile de îmbunătăţiri în cursul timpului, consumurile specifice de energie pe unitatea de produs finit, este necesar a fi urmărite independent de centrala producătoare a energiei (termică sau electrică) din întreprindere.

Consumurile specifice de energie nu-şi limitează utilitatea numai în economia de energie ele fiind şi în procesul technologic un element oarte caracteristic pentru desfăşurarea procesului. In adevăr destul de frecvente sînt cazurile cînd cercetarea unui consum prea redus de energie conduce la constatarea neglijării anumitor operaţii din procesul technologic. Pentru technolog consumul specific de energie este un indicator foarte sensibil al normalei desfăşurări a procesului technologic atunci cînd el e detaşat de influenţa centralei producătoare şi a consumului sectoarelor anexe.

Este necesar deci ca pentru fiecare întreprindere să se stabilească consumul tehnologic în kcal (sau Mkal) şi kWh precum şi consumul specific al centralelor (termică în kg. combustibil conv. pe kcal sau Mcal şi electrică în kg. combustibil convenţional pe kWh la cazul motoarelor cu combustie internă şi în kcal/kWh la cele cu maşini cu abur).

b. Atît consumul total cît şi cel specific este necesar să conţină atît consumul direct cît şi cel indirect.

c. Intervalul de timp ales pentru observaţii să poată asigura cît mai complet menţinerea constantă a tuturor factorilor ce influenţează consumul în afară de productivitate. Pentru întreprinderile cu agregate cu legătură continuă cu mediul ambiant e necesar a se stabili cel puţin consumuri specifice pentru sezonul de vară şi pentru cel de iarnă atît pentru energia termică cît şi pentru cea electrică.

d. Se poate adapta în mod general pentru $P = f(A)$ forma liniară (1*b*) care în determinările practice se reduce implicit la cea monomă ($P_0 = 0$) atunci cînd exploatarea se face prin variaţia numărului de agregate în funcţie. Pentru consumul indirect mai ales în cazul consumurilor calculate sau estimate e de prisos a practica metoda caracteristicii binoame deoarece media ponderata e suficient de compatibilă cu aproximaţia evaluărilor.

e. Deoarece chiar în cazul cînd se urmăreşte numai un agregat sau sector dintr-o întreprindere, consumul indirect extinde problema la totalul purtătorilor de energie, întotdeauna e necesar a se face bilanţul de purtători şi de consum direct pe întreaga întreprindere. Aceasta e valabil şi pentru verificarea calculaţiilor şi estimaţiilor cari după cum s-a arătat sînt practic inevitabile.

Pentru organizarea desfăşurării practice a lucrărilor se citează metoda elaborată de grupa energetică din M.I.U. şi practicată în cadrul M.I.U. după care lucrările comportă următoarele faze :

Faza I.

Pregătirea lucrărilor cuprinzînd :

— definirea obiectului de producţie al unităţii de studiat şi descrierea procesului tehnologic ;

— stabilirea sectoarelor tehnologice şi a sectorelor anexe precum şi a unităţilor de măsura productivităţii în fiecare sector precum şi a intervalului de observaţie ;

— descrierea energetică a întreprinderii (forme de energie, agregate producătoare şi consumatoare cu caracterizările constructive şi de exploatare) ;

— stabilirea purtătorilor de energie şi unităţilor lor de măsură precum şi descrierea centralelor de producerea lor ;

— stabilirea schemelor monofilare a distribuţiei enegiei şi purtătorilor precum şi modificărilor necesare pentru acordarea schemei cu sectoarele adoptate ;

— fixarea numărului și caracteristicelor aparatelor de măsură necesare precum și stabilirea modului de evaluare acolo unde nu sînt strict necesare (sau posibile) măsurători directe ;

— cercetarea și interpretarea datelor statistice existente în întreprindere pentru consum și producție pentru 1-2 ani precedenți ;

— montarea aparatajului de măsuri directe și auxiliare și organizarea colectării datelor de observații.

Faza II cuprinzînd :

— verificarea asigurării condițiunilor favorabile pentru executarea măsurătorilor (materia primă, mod de exploatare al utilajului, stare sa normală, permanenta procesului technologic și restul factorilor ce pot influența consumul) ;

— verificarea montării și stării aparatelor ;

— colectarea zlnică a datelor de observații, înregistrarea lor pe diagramele $P = f(A)$ și $W = \varphi\ (A)$ precum și compararea lor cu observațiile precedente, menționîndu-se cauzele abaterilor excepționale ;

— calculul cantităților de energie și purtători nemăsurate direct, întocmirea bilanțurilor de purtători pe întreprindere ;

— analiza pierderilor energetice și executarea măsurătorilor locale pentru determinarea mărimii lor ;

— stabilirea consumurilor totale $P = Pdi + P\ ind$;

— calculul caracteristicelor prin metoda celor mai mici pătrate inclusiv a erorilor medii pătratice absolute și relative.

Faza III cuprinzînd :

— calculul pierderilor de energie și purtători normale și compararea cu cele efective ;

— analiza sistemul energetic termo-electric și posibilităților de îmbunătățire ;

— analiza pierderilor energetice reziduale (mai ales pentru energia termică) ;

— propuneri de reducerea pierderilor efective ;

— propunerea unor caracteristice — norme ;

— propuneri pentru ameliorarea sistemului energetic al întreprinderii.

Bibliografie

Nagy Csaba și *Caracudovici V.* : Stabilirea caracteristicilor energetice în întreprinderi cu producție omogenă. Rev. Energetica Nr. 2/1955.

Saphier I.I. : Caracteristica energetică a agregatelor cu producție omogenă. Rev. Energetica Nr. 4/1955.

Munteanu Gheorghe : Caracteristici energetice în funcție de productivitate și temperatură. Rev. Energetica Nr. 12 din 1955.

* *

ИЗ ОПЫТА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ЭНЕРГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассматривается содержание расходов энергии и дается общий метод определения побочного расхода. Отмечаются факторы влияющие на величину удельных расходов и приводится сравнение результатов получаемых применением простой и средневзвешенной средней, а также методом характеристик.

Уточняются условия, которым должны соответствовать наблюдения и приводится метод работы принятый НИИТКР и применяемый МЛП.

* *

AUS DER PRAXIS DER BESTIMMUNG DES SPEZIFISCHEN ENERGIEVERBRAUCHES IN DER INDUSTRIE

Im Aufsatz wird der Energieverbrauch analysiert und ein allgemeines Verfahren für die Bestimmung des indirekten Verbrauches gebracht. Ferner werden die Faktoren erwähnt die die Grösse des spezifischen Verbrauches beeinflussen und die Ergebnisse verglichen die mittels des einfachen und gewogenen Mittels und der Methode der Charakteristiken erzielt werden können.

In Abschluss folgt die genaue Angabe der für die Untersuchungen erforderlichen Bedingungen und die Darstellung der vom Forschungsinstitut im Rahmen des Ministeriums für Leichtindustrie angenommenen Arbeitsmethode.

Consideraţii asupra elementelor necesare dimensionării fundaţiilor de maşini cu piston

Ing. C. MOŢOIU ing. N. VASILESCU

Se face o scurtă prezentare a dinamicii motoarelor cu ardere internă, privite din punct de vedere al proiectării fundaţiilor, se analizează datele necesare proiectării şi se dau indicaţii asupra metodelor pentru determinarea lor. In încheiere, se examinează eforturilor transmise de motor fundaţiei sub aspectul importanţei lor asupra rezultatului calculelor de rezistenţă şi se stabilesc datele strict necesare calculului exact şi aproximativ la motoarele curent întîlnite la centrale electrice.

In legătură cu instalarea unui motor cu combustie internă, din punct de vedere al calculului fundaţiei, se pun două feluri de probleme şi anume :

a. Probleme de rezistenţă.

— Determinarea eforturilor date de motorul Diesel în fundaţie, în scopul dimensionării ei.

— Determinarea eforturilor unitare maxime date pe teren de ansamblul motor-fundaţie.

b. Probleme de vibraţii.

Determinarea frecvenţelor de vibraţie proprie ale ansamblului motor-fundaţie şi modificarea lor în scopul evitării fenomenului de rezonanţă.

Pentru rezolvarea acestor probleme este necesar să se cunoască atît caracteristicile motorului cît şi ale terenului de fundaţie.

Literatura de specialitate, privind calculul şi construcţia motoarelor, tratează eforturile statice şi dinamice într-un motor în scopul dimensionării juste a organelor componente şi numai arareori se dau indicaţii în legătură cu fundaţia.

Pe de altă parte, tratatele de construcţii indică modul de calcul al fundaţiilor de maşini, din punct de vedere static şi dinamic, pornind de la o schemă de încărcări şi un număr de date presupuse cunoscute.

In general aceste date, ca formă, diferă de la autor la autor, iar cele obţinute de la fabricanţii motoarelor nu corespund întotdeauna schemelor şi datelor cerute.

In momentul de faţă, la noi în ţară, pe măsura dezvoltării marilor reţele electrice şi a apariţiei de noi consumatori în centre izolate, încă neracordate la reţea, se pune foarte des problema transferării motoarelor din locuri unde nu mai sînt necesare, în noi centre de consum de energie.

De fiecare dată, la mutarea unui motor, se pune problema redimensionării fundaţiei.

La multe motoare lipsesc datele necesare unui calcul ştiinţific al fundaţiei, fapt pentru care, deseori se dau soluţii necorespunzătoare (fundaţii care fisurează, vibrează etc.)

Articolul de faţă îşi propune să studieze în ansamblu problemele dinamicei motoarelor cu combustie internă în legătură cu proiectarea fundaţiilor, să stabilească datele strict necesare şi să dea o metodă de calcul a acestora, la gradul de precizie cerut de o bună dimensionare a fundaţiilor.

1. Date necesare pentru calculul fundaţiilor de motoare cu ardere internă

Conform indicaţiilor de calcul şi a chestionarelor din tratatele de specialitate, se cere pentru dimensionarea completă a fundaţiilor maşinilor cu piston [1,2] următoarele :

a. *Date constructive şi geometrice.*

1. Puterea maşinii.
2. Turaţia de regim, turaţia maximă şi minimă.
3. Greutatea maşinii şi repartizarea ei pe fundaţie.
4. Date asupra transmisiilor (curele, cuplaje) şi eforturile date de ele.
5. Planul cotat al fundaţiei, cu indicarea formei necesare şi a sistemului de ancorare a motorului.
6. Poziţia centrului de greutate al maşinilor ce compun grupul electrogen.
7. Distanţa de la axul arborelui maşinii, la suprafaţa fundaţiei.
8. Momentele de inerţie ale maşinilor raportate la centrele lor de greutate.

b. *Mărimea, poziţia şi frecvenţa eforturilor care apar la funcţionarea motorului.*

9. Cuplul motor mediu transmis de motorul generatorului, la puterea nominală.
10. Cuplul motor transmis generatorului, la încărcarea bruscă.
11. Cuplul de scurtcircuit.
12. Cuplul momentan maxim al unui cilindru.
13. Forţele şi momentele neechilibrate de ordinul I şi II
14. Frecvenţa de variaţie a cuplului momentan al întregului motor.
15. Momentele încovoietoare în planul orizontal şi vertical longitudinal, al motorului.
16. Forţa centrifugă a rotorului generatorului şi a volantului.

2. Stabilirea datelor constructive şi geometrice ale motorului

Datele constructive ale motorului sînt în general cunoscute, ele fiind aproape întotdeauna puse la dispoziţie de fabrica furnizoare.

In cazul că parte din ele lipsesc, lucru posibil mai ales la maşinile vechi, ele se pot deduce, după cum urmează :

— Pct. 1 şi 2 — Puterea şi turaţia se obţin din exploatare.

— Pct. 3 — Greutatea pieselor se obţine din documente de expediţie, prin cîntărire directă, sau prin comparaţie cu maşini de tipuri similare.

— Pct. 4, 5 şi 7 — Dimensiunile agregatelor se determină prin releveu.

— Pct. 6 — Pentru motorul cu ardere internă proecţia centrului de greutate pe planul *yoz* (fig. 1), corespunde cu aproximaţie mulţumitoare, cu centrul de greutate al suprafeţei secţiunii transversale a motorului.

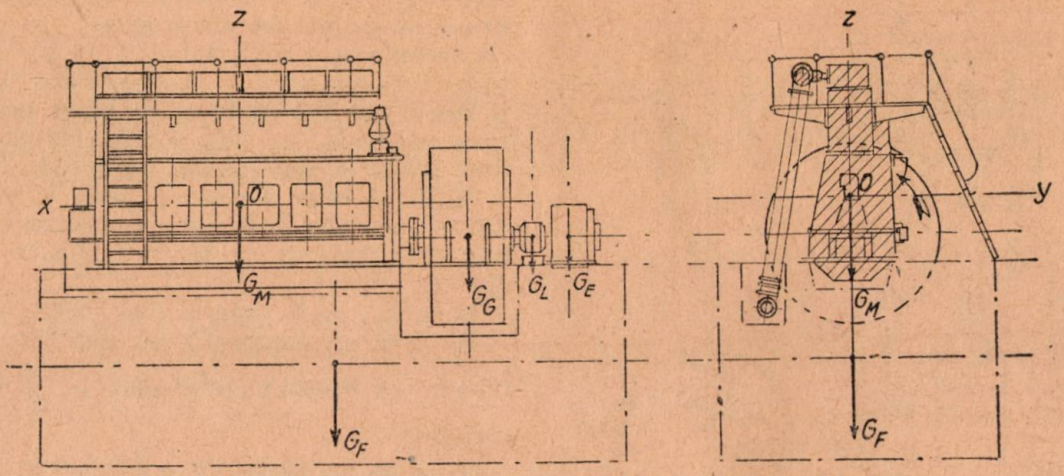


Fig. 1. Centrul de greutate al motorului, generatorului şi excitatricii.

Pe direcţie *ox*, centrul de greutate se poate considera la mijlocul motorului.

In cazuri speciale, cînd pe motor sînt montate anumite organe cu greutate importantă, aşezate nesimetric, ca de exemplu pompe de baleaj sau turbosuflante, acestea se introduc în calcul separat, considerîndu-se greutatea lor concentrată în centrul de greutate respectiv.

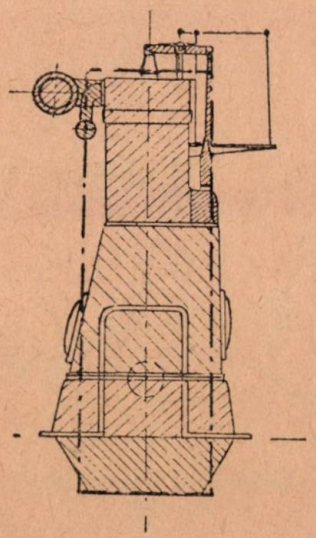


Fig. 2. Asimilarea secţiunii motorului pentru calculul momentelor de inerţie.

Centrele de greutate ale maşinilor electrice se consideră cu aproximaţie mulţumitoare, în centrul cilindrului care înscrie statorul maşinii.

Pct. 8 — Momentele de inerţie se pot determina prin calcul cu aproximaţie mulţumitoare considerînd maşinile asimilate cu corpuri geometrice simple, de densitate uniformă.

Este suficient a reduce motorul la un paralelipiped de volum egal cu volumul maşinii (fig. 2). Din calculele efectuate rezultă că asimilarea motorului cu mai multe corpuri geometrice lipite (paralelipipede şi trunchiuri de piramide), duce la un rezultat a cărei precizie nu este utilă, momentul de inerţie al motorului fiind mic faţă de momentul de inerţie al fundaţiei.

3. Stabilirea mărimii, poziţiei şi frecvenţei, eforturile care apar la funcţionarea motorului

3. 1. — *Scurtă prezentare a problemei.*

Eforturile care apar în motor sînt :

— forţele date de presiunea gazelor din cilindrul motor,

— forţele de inerţie, rezultînd din mişcarea neuniformă a pieselor motorului.

In ansamblul lor, forţele datorite gazelor, au o rezultantă nulă şi un cuplu variabil.

Forţele de inerţie pe un singur cilindru au rezultanta diferită de zero şi nu pot fi complet echilibrate.

In practică, aceste forţe se echilibrează parţial prin gruparea convenabilă a mai mulţi cilindrii precum şi prin diverse sisteme constructive (contragreutăţi pe arborele cotit ş. a).

3. 2 — *Calculul forţelor active date de presiunea gazelor.*

Din fig. 3,*a* în care se dă schema forţelor active date de presiunea gazelor, reiese că rezultanta lor pe ansamblul unui cilindru este nulă.

Forța P (vezi fig. 3, b) rezultantă a împingerii gazelor asupra pistonului se descompune în componentele N și S, date de relațiile :

$$S = \frac{P}{\cos\beta} \qquad N = P\,tg\,\beta$$

La rîndul ei, forța S, se poate descompune în componentele T (tangențială) și R (radială).

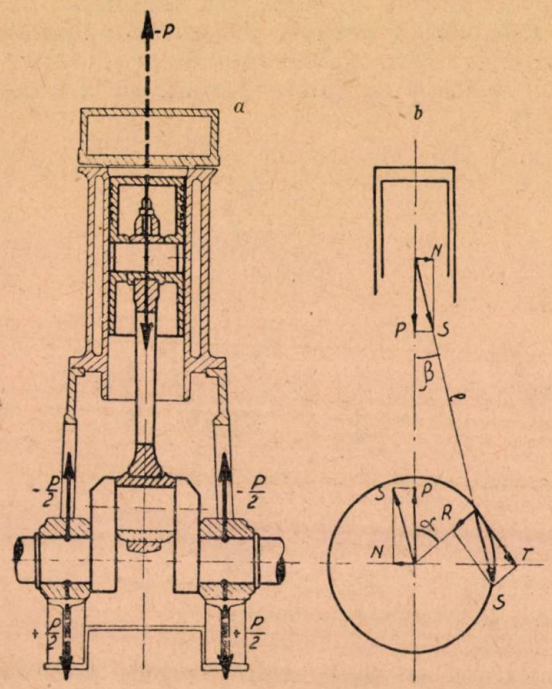


Fig. 3. Schema forțelor active date de presiunea gazelor.

Produsul dintre forța tangențială și raza r, a manivelei reprezintă momentul forțelor active (cuplu motor).

Valoarea forței tangențiale este :

$$T = S\sin(\alpha+\beta) = P\frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos\beta}$$

și este egală ca valoare cu lungimea segmentului

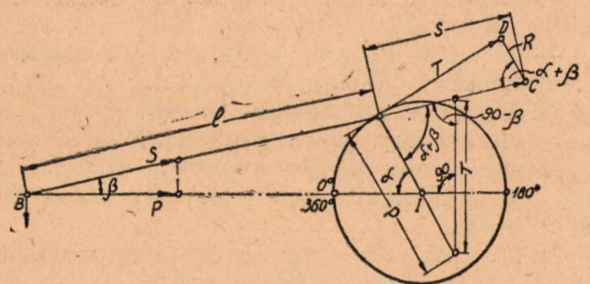


Fig. 4. Determinarea forței tangențiale T.

de dreaptă EF, obținut prin construcția geometrică arătată în fig. 4.

Cum momentul față de punctul I (cuplul motor) este $T \times r$, adică un multiplu de T, valoarea forței T, la scară convenabilă, reprezintă chiar cuplul motor.

Pentru cnnoașterea forțelor date de presiunea gazelor este necesar să se ridice diagrama indicată a motorului, fie să se calculeze aceasta. Problema ridicării și a calculului diagramelor este complet tratată în cărțile de specialitate (3, 4).

3. 3. — *Forțele de inerție.*

Forțele de inerție apar ca urmare a mișcării accelerate a pistonului, bielei și manivelei, după cum urmează :

— pistonul execută o mișcare alternativă cu viteză și accelerație variabilă ;

— biela execută o mișcare complexă de translație și rotație. Pentru motoarele lente (cazul uzual al grupurilor electrogene), se consideră cu aproximație mulțumitoare, că 1/3 din masa bielei este concentrată în axul pistonului (bolț) și restul de 2/3 în fusul de bielă (maneton) ;

— manivela, execută o mișcare de rotație, care poate fi considerată uniformă.

Sistemul celor 3 mase se reduce la 2 mase, dintre care una în mișcare de translație (m_t) și una în mișcare de rotație (m_r), așa cum rezultă din fig. 5.

Masa m_r, va fi supusă unei forțe centrifuge. $P_r = m_r r u^2$, constantă ca mărime, care se rotește cu viteza unghiulară $= \omega \frac{\pi n}{30}$ rad/s (n— rot/min).

Masa m_t se mișcă cu o accelerație a cărei valoare este dată de expresia :

$$a = -r\omega^2(\cos\alpha + b_2\cos 2\alpha + b_4\cos 4\alpha + \ldots)$$

sau

$$a = -r\omega^5\left(\cos\alpha + \sum_{n=1}^{n=\infty} b_{2n}\cos 2n\alpha\right)$$

în care

$$b_2 = \lambda + \frac{1}{4}\lambda^3 + \frac{15}{128}\lambda^5 + \ldots \simeq \lambda$$

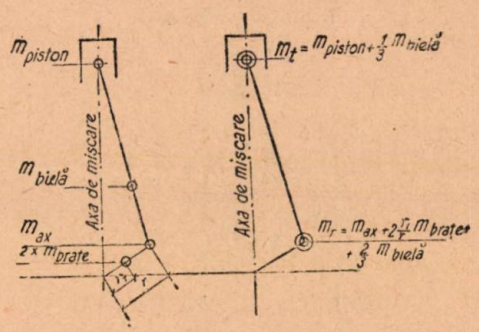


Fig. 5. Descompunerea maselor pieselor mobile ale motorului.

$$b_4 = -\frac{1}{4}\lambda^3 - \frac{3}{16}\lambda^5 - \ldots \simeq -\frac{\lambda^3}{4}$$

$$b_6 = \frac{9}{128}\lambda^5 + \ldots \simeq \frac{9}{128}\lambda^5 \qquad \text{iar } \lambda = \frac{r}{1}$$

In tabela următoare se dau valorile lui $b_2 b_4$, și b_6, pentru diferite valori ale lui λ [3]

Tabela 1

	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3,5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4,5}$
b_2	0,4173	0,3431	0,2918	0,2540	0,2250
b_4	−0,0182	−0,0101	−0,0062	−0,0041	−0,0028
b_6	0,0009	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000

Forța de inerție la care este supusă masa, m_t va fi :

$$P_t = -m_t \cdot a = m_t r\omega^2 (\cos\alpha + \sum_{n=1}^{n=\infty} b_{2n} \cos 2n\alpha) =$$

$$= m_t r\omega^2 \cos\alpha + m_t r\omega^2 b_2 \cos 2\alpha + ...$$

$$+ m_t r\omega^2 b_{2n} \cos 2n\alpha$$

Această forță acționează pe direcția de mișcare a pistonului.

Din examinarea unui termen oarecare al expresiei lui P_t,

$$P_{t2n} = m_t b_{2n} r\omega^2 \cos 2n\alpha,$$

rezultă că valoarea lui corespunde cu proecția pe direcția de mișcare a pistonului, a unei forțe cu valoarea $m_t b_{2n} r\omega^2$, care se învîrtește în jurul axului, cu o turație egală cu 2 n ori turația motorului (α fiind unghiul făcut de manivelă cu direcția de mișcare a pistonului și $2n\alpha$ unghiul făcut de forță cu aceiași direcție).

Termenul P_{t2n}, se mai numește și forță de inerție de ordinul $2n$.

Pentru calculul fundațiilor este suficient să se considere forțele de ordinul I și II, celelalte putînd fi neglijate.

Forța de inerție, în acest caz se scrie :

$$P_t = m_t r\omega^2 (\cos\alpha + \lambda \cos 2\alpha) = m_t r\omega^2 \cos\alpha +$$

$$+ m_t r\omega^2 \lambda \cos 2\alpha = P_t I + P_t II$$

Și forțele de inerție dau un cuplu motor variabil în timp, care se suprapune cuplului motor dat de presiunea gazelor.

3. 4 — *Valoarea eforturilor necesare pentru calculul fundațiilor.*

3. 4. 1 — Cuplul motor mediu.

Rezultanta cuplurilor date de presiunea gazelor și de forțele de inerție, pe întregul motor reprezintă un cuplu variabil în timp. Valoarea medie a acestuia are expresia $C_m = 712\frac{Ne}{n}$ (kgm) unde Ne este puterea în CP iar n turația în rot/min și în regim permanent este egal cu cuplul cerut de generator.

3. 4. 2 — Cuplul motor transmis generatorului la încărcarea bruscă sau scurtcircuit.

Intre cuplul motor C_m și cuplul rezistent C_r există relația

$$C_m = C_r + I\frac{d\omega}{dt}$$

în care :

I — momentul de inerție al pieselor în mișcare raportat la axul motorului

$\frac{d\omega}{dt}$ — accelerația unghiulară a arborelui.

In mișcare de regim $\left(\frac{d\omega}{dt} = 0\right)$

$$C_m = C_r$$

In fig. 6 se dă schema transmiterii cuplului de la un motor la generator în regim permanent

La creșterea cuplului rezistent (încărcare bruscă) are loc o scădere a turației mașinii $\left(\frac{d\omega}{dt} < 0\right)$ diferența de cuplu, fiind obținută prin decelerarea maselor în mișcare.

Cuplu de decelerare este exterior sistemului motor-fundație, și care se face cunoscut prin

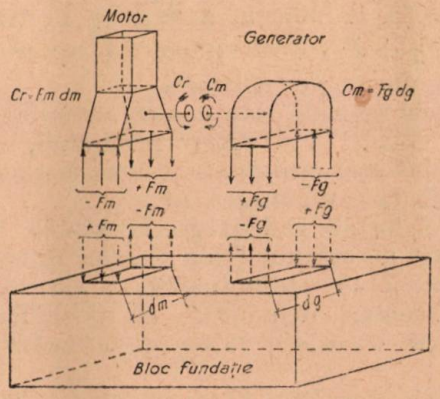


Fig. 6. Schema transmiterii cuplului de la motor la generator

încărcarea fundației într-o parte și descărcarea ei cu o forță egală de cealaltă parte.

Valoarea forțelor F (fig. 7) rezultă din relația

$$F \cdot d = I\frac{d\omega}{dt} = C_{sc} - C_m$$

Valoarea momentului de scurtcircuit este de 2—5 ori valoarea momentului nominal și este dat în general pentru fiecare mașină electrică.

3.4.3 — Cuplul motor maxim dat de un cilindru.

Valoarea lui se calculează după cum s-a arătat la punctul 3.2, — unde s-a vorbit despre forța tangențială.

În literatura de specialitate se dau metode aproximative pentru evaluarea cuplului maxim fără întocmirea acestor calcule (vezi [5] *Ponomarev* — Calculul modern de rezistență în construcții de mașini — Ed. Tehnică, vol. I, pag. 341., [3] *Hans Schrön* — Die Dynamik der Verbrennungskraftmaschine — Springer 1942, pag. 85.).

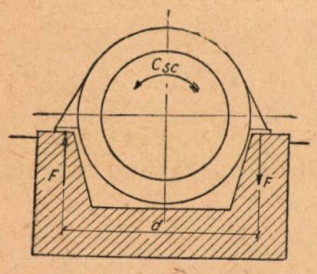


Fig. 7. Schema forțelor date de generator asupra fundației la creșterea cuplului.

3.4.4 — Frecvența de variație a cuplului momentan al întregului motor. Cuplul întregului motor fiind rezultanta cuplurilor cilindrilor, frecvența de variație a acestuia este egală cu produsul dintre turație și numărul cilindrilor la motoarele în 2 timpi și cu jumătate din acest produs la motoarele în 4 timpi.

3.4.5. — Forțe neechilibrate de ordinul I și II la motoarele cu cilindri în linie.

La punctul 4.3. s-a dat expresia forței centrifuge

$$P_r = m_r r\omega^2$$

și a forței de inerție a maselor în translație

$$P_t = P_{tI} + P_{tII} = m_t r\omega^2 \cos\alpha + m_t r\,\omega^2 \lambda \cos 2\alpha$$

pentru un singur cilindru.

Forțele neechilibrate pentru ansamblul a mai mulți cilindri vor da o rezultantă, care se determină ușor, prin prezentarea arborelui văzut din față și compunerea forțelor.

Astfel, forțele centrifuge, invariabile în timp și forțele de ordinul I ale maselor în translație sînt echilibrate la motoarele cu coturile arborelui simetric distribuite și neechilibrate la motoarele cu arbori cu coturi nesimetric distribuite.

Forțele de ordinul II ale maselor în translație se compun ținînd seama că unghiul forței față de origine este dublul unghiului cotului manivelei respective. In fig. 8 și 9 se arată compunerea forțelor centrifuge și a forțelor de ordinul I și II pentru un motor cu 6 cilindri.

Valoarea rezultantei forțelor la motoarele în 2 și în 4 timpi se arată în tabelele 2 și 3, din care reiese că rezultanta este nulă la toate motoarele afară de motoarele cu 1 și 2 cilindri în 2 timpi și în 1,2 și 4 cilindri în 4 timpi; forțele maselor rotitoare sînt echilibrate prin contragreutăți ce se aplică arborelui cotit.

3.4.6 — Momentele neechilibrate de ordinul I și II.

Ansamblul forțelor care acționează într-un motor policilindric, dau un moment care are o componentă care acționează în jurul arborelui și o componentă normală pe arbore (moment longitudinal).

Componenta care acționează în jurul arborelui este chiar cuplul motor, despre care am vorbit mai sus. Pentru necesitățile calculului, momentul longitudinal se descompune în două componente și anume :

— Moment longitudinal vertical, care are tendința de a imprima motorului o mișcare de tangaj (galop).

— Moment longitudinal orizontal, cu tendința de a da motorului o mișcare de giratie (șerpuire).

Intrucît forțele date de presiunea gazelor sînt interioare, momentele longitudinale se

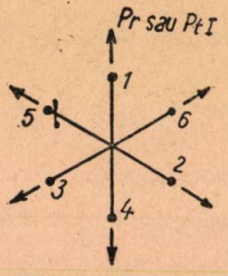


Fig. 8. Forțele P_r și P_{tI} la un motor în 2 timpi, 6 cilindri

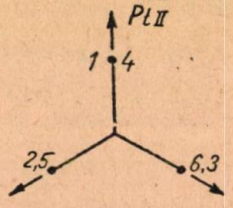


Fig. 9. Forțele P_{tII} la un motor în 2 timpi, 6 cilindri

datoresc numai forțelor de inerție date de masele în rotație (forțe centrifuge) și de masele în translație.

In consecință, valoarea momentelor longitudinale depinde numai de forma arborelui cotit, de numărul cilindrilor și de poziția relativă a coturilor, respectiv de ordinea de aprindere în cilindrii motorului.

Cunoscînd forța centrifugă care acționează asupra fiecărui cot în parte, mărimea momentului longitundinal va fi dată de suma vectorilor momentelor acestor forțe :

$$\vec{M} = \Sigma\, \vec{P}_{ri} \wedge \vec{ai}$$

Acest moment are un modul constant și se rotește odată cu arborele cotit.

La arborii echilibrați dinamic (simetrici sau cu contragreutăți), acest moment este nul, iar la arborii neechilibrați e diferit de zero și se calculează după schema din fig. 10.

Prin descompunerea acestui moment se obțin 2 componente sinusoidale (verticală și orizontală), cu aceiași valoare maximă, egală cu modulul vectorului.

Momentele produse de forțele de inerție ale pieselor în translație, acționează în planul longitudinal vertical și, pentru calculul fundațiilor, este suficient să se ia în considerație momentele forțelor de ordinul I și II.

Ca și pentru forțele de ordinul I și II se poate admite că valoarea momentelor este egală cu proecția pe direcția de mișcare a pistonului a unui vector moment care se rotește în jurul axului cu o turație egală, respectiv de 2 ori turația motorului.

Acestor vector se determină grafic ca și momentul longitudinal dat de masele în rotație.

Momentele longitudinale date de masele în translație sînt nule la arborii simetrici, adică

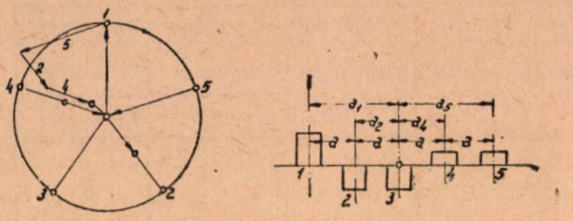


Fig. 10. Momentul longitudinal al maselor în rotație la un motor cu 5 cilindri.

la motoarele în 4 timpi cu număr par de cilindri și la motoarele în 2 timpi cu 4, 6, 8, 10 și 12 cilindri, cu condiția ca la motorul în 4 cilindri, aprinderea să se facă la 2 cilindri simultan.

In concluzie, rezultanta momentelor longitudinale verticale, se obține prin însumarea aritmetică a valorilor momentelor mai sus determinate pentru forțele centrifuge și forțele de

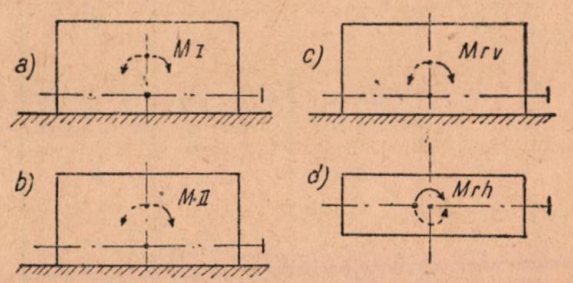


Fig. 11. Schema momentelor longitudinale acționînd asupra unui motor.

ordinul I și II ale maselor în translație, iar momentele orizontale sînt cele date de forțele centrifuge.

In fig. 11 se dă schema momentelor longitudinale care acționează asupra unui motor, iar în tabelele 2 și 3 valoarea acestor momente.

3.4.7 — Momentul încovoietor în plan longitudinal vertical și orizontal.

In cazul că motorul ar fi rigid, el nu ar exercita asupra fundației decît forțele și momentele mai sus calculate.

In realitate însă, motorul este elastic și sub acțiunea eforturilor se deformează, o parte din momentele încovoietoare fiind preluate de fundație. Momentele încovoietoare dintr-o secțiune se determină ca și momentele longitudinale, considerînd momentele forțelor din porțiunea de arbore de la dreapta sau stînga secțiunii respective. In cazul cînd porțiunea de arbore are rezultanta forțelor nulă, momentul încovoietor coincide cu momentul longitudinal și poate fi dedus din tabelele 2 sau 3, pentru arborele de aceiași configurație.

Intr-o primă aproximație, la motoarele stabile, se admite că momentele încovoietoare sînt preluate în părți egale, de motor și fundație.

3.4. 8 — Forța centrifugă a rotorului generatorului și volantului.

Datorită excentricității centrului de greutate al rotorilor, față de axul de rotație, apare o forță centrifugă, care se învîrtește odată cu arborele.

Intrucît această excentricitate nu este cunoscută, în literatură, se dau indicații bazate pe date statistice, care permit evaluarea forței centrifuge în funcție de greutatea și turația rotorului.

4. Concluzii

Din examinarea celor de mai sus, rezultă că, în afara datelor constructive și geometrice ale motoarelor, care sînt ușor de aflat, mai sînt necesare unele date și eforturi privind dinamica motorului.

Următoarele eforturi sînt interioare sistemului motor fundație și servesc la dimensionarea acestuia :

— Cuplul motor transmis de motor generatorului servește la dimensionarea blocului de fundație la torsiune.

— Momentele încovoietoare servesc la dimensionarea la încovoiere a ansamblului batiu-fundație.

— Momentul maxim al unui cilindru și variația lui în timp servesc la dimensionarea ansamblului batiu-fundație la torsiune pe porțiunea între doi cilindri.

Celelalte eforturi sînt necesare pentru calculul eforturilor unitare la talpa fundației în funcție de condițiile de fundare și teren.

Modul lor de acționare rezultă din cele mai sus arătate și se poate rezuma astfel :

— Forțele date de masele în mișcare de translație, vor provoca o ridicare și o apăsare a ansamblului fundației-motor, pe teren.

— Momentele acestor forțe (longitudinal-vertical) produc o „aplecare" a fundației, înainte și înapoi , mărind rezistența pe teren în mod corespunzător.

— Forțele centrifuge ale masselor în rotație provoacă ridicări și apăsări ale fundației pe teren.

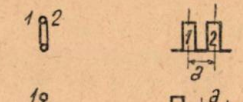
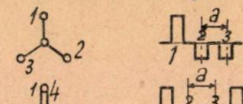
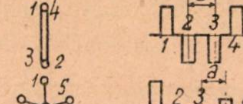
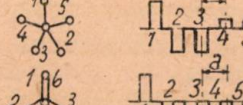
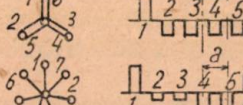
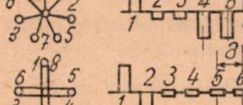
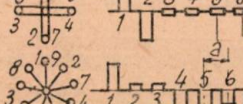
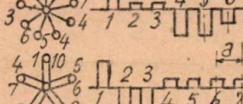
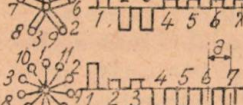
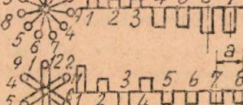
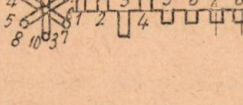
— Momentele acestor forțe, dau aplecări ale fundației înainte și înapoi, la dreapta și la stînga, precum și rotații ale fundației la dreapta și la stînga.

—La apariția unui scurtcircuit se produce o puternică aplecare a fundației, în perioada de decelerare, datorită cuplului de scurtcircuit, majorînd efortul pe talpa fundației în sensul rotației motorului și micșorîndu-l în sens opus.

Cunoașterea frecvenței de ordinul I și II a frecvenței de variație a cuplului motor este necesară pentru evitarea fenomenului de rezonanță cu ansamblul fundație-motor.

Un calcul complet (ținînd seama de toate datele și eforturile) este necesar numai dacă se urmărește dimensionarea la rezistență a fiecărui element din fundație.

Forțe de inerție și momente la motoarele în patru timpi cu cilindri în linie. Tabela 2

Număr de cilindri	Forma arborelui cotit	Valoarea forței centrifuge F_R	Valoarea maximă a forței de		Valoarea momentelor	Valoarea maximă a momentelor longitudinale date de	
			Ordinul I	Ordinul II	masele în rotație	Ordinul I	Ordinul II
			a maselor în translație			masele în translație	
1		$m_r \cdot r \cdot \omega^2$*	$m_t r \omega^2$	$m_t r \omega^2 \lambda$	0	0	0
2		$2m_r \cdot r \cdot \omega^2$*	$2m_t r \omega^2$	$2m_t r \omega^2 \lambda$	0	0	0
3		0	0	0	$1{,}732 \cdot m_r \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$*	$1{,}732 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$	$1{,}732 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot a$
4		0	0	$4m_t r \omega^2 \lambda$	0	0	0
5		0	0	0	$0{,}449 \cdot m_r \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$*	$0{,}449 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$	$4{,}980 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot a$
6		0	0	0	0	0	0
7		0	0	0	$0{,}267 \cdot m_r \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$*	$0{,}267 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$	$1{,}006 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot a$
8		0	0	0	0	0	0
9		0	0	0	$0{,}194 \cdot m_r \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$*	$0{,}194 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$	$0{,}548 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot a$
10		0	0	0	0	0	0
11		0	0	0	$0{,}153 \cdot m_r \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$*	$0{,}153 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$	$0{,}382 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot a$
12		0	0	0	0	0	0

* Se poate echilibra prin contragreutăți.

In cazul motoarelor care se transferă de la un loc la altul, dacă fundația anterioară a corespuns din punct de vedere al rezistenței betonului, este evident că urmează a se face numai calculul eforturilor la talpa fundației.

La motoarele cele mai frecvent întîlnite în practică, numărul de cilindri este 6 sau 8, iar după cum rezultă din analiza eforturilor la aceste motoare forțele și momentele de ordinul I și II sînt nule sau au valori neglijabile față de eforturile datorite forței centrifuge a maselor în rotație și a cuplului de scurtcircuit.

In acest caz este suficient să se efectueze calculul fundației sub formă aproximativă, considerînd grupul ca o mașină rotativă.

Datele necesare pentru acest calcul sînt:

a. *Date constructive și geometrice*
ca la punctul 2.1

b. *Eforturi transmise de motor*
— Cuplul de scurtcircuit
— Forța centrifugă a rotorului și volantului
— Frecvența de variație a cuplului momentan al întregului motor.

Cu aceste elemente, se poate determina efortul maxim aproximativ la talpa fundației și se poate verifica frecvența proprie a ansamblului motor-fundație.

Un calcul complet al eforturilor la talpa fundației, implică luarea în considerație și a eforturilor (forțe și momente) de ordinul I și II și este necesar numai la motoarele neechilibrate și anume cele cu 1 și 2 cilindri în 2 și 4 timpi și la cele cu 4 cilindri, în 2 timpi.

Bibliografie

[1]. *Rausch*: Maschinenfundamente — Springer — Berlin
[2] *Kirakovski*: Staționarnie gazovie dvigateli — Mașghiz 1953.

Forțe de inerție și momente la motoarele în doi timpi cu cilindri în linie

Tabela 3

Număr de cilindri	Forma arborelui cotit	Valoarea forței centrifuge F_R	Valoarea maximă a forței de: Ordinul I — a maselor în translație	Valoarea maximă a forței de: Ordinul II — a maselor în translație	Valoarea momentelor longitudinale date de: masele în rotație	Valoarea maximă a momentelor longitudinale date de: Ordinul I — masele în translație	Valoarea maximă a momentelor longitudinale date de: Ordinul II — masele în translație
1		$m_r \cdot r \cdot \omega^{2*}$	$m_t r \omega^2$	$m_t r \omega^2 \lambda$	0	0	0
2		0	0	$2m_t r \omega^2 \lambda$	$m_r \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a^*$	$m_h \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$	0
3		0	0	0	$1{,}732 \cdot m_r \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a^*$	$1{,}732 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$	$1{,}732 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot a$
4		0	0	0	$1{,}414 \cdot m_r \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a^*$	$1{,}414 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$	$4 m_t \cdot r \omega^2 \cdot \lambda \cdot a$
5		0	0	0	$0{,}449 \cdot m_r \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a^*$	$0{,}449 m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$	$4{,}980 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot a$
6		0	0	0	0	0	$3{,}464 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot a$
7		0	0	0	$0{,}267 \cdot m_r \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a^*$	$0{,}267 m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$	$1{,}006 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot a$
8		0	0	0	$0{,}448 \cdot m_r \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a^*$	$0{,}448 m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$	0
9		0	0	0	$0{,}194 \cdot m_r \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a^*$	$0{,}194 \cdot mt \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$	$0{,}548 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot a$
10		0	0	0	0	0	$0{,}898 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot a$
11		0	0	0	$0{,}153 \cdot m_r \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a^*$	$0{,}153 \cdot m_t \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$	$0{,}382 \cdot mt \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot a$
12		0	0	0	0	0	0

* Se poate echilibra prin contragreutăți

[3]. *Hans Schrön*: Die Dynamik der Verbrennungskraftmaschine — Springer — Wien 1942.

[4]. *Inozemtiev*: Motoare termice — Trad. Ed Tehnică 1955.

[5]. *Ponomarev*: Calculul modern de rezistență în construcții de mașini — Trad. Ed. Tehnică 1956

[6]. *D.D.Barcan*: Dinamica terenurilor de fundație și a fundațiilor — Stroivoenmorizdat — Moscova — 1948

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ОСНОВАНИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Дается краткое описание динамики двигателей внутреннего сгорания с точки зрения проектирования оснований, рассматриваются необходимые для проектирования данные и даются указания о методах их определения.

В заключении рассматриваются нагрузки передаваемые двигателем основанию, с точки зрения их значения на результат расчета сопротивления и уточняются данные точного и приблизительного расчета для обычных двигателей, встречаемые на электрических станциях.

BETRACHTUNGEN ÜBER DIE FÜR DIE BERECHNUNG VON KOLBENMOTORFUNDAMENTE ERFORDERLICHEN ANGABEN

Der Aufsatz bringt eine kurze Darstellung der Dynamik der Verbrennungsmotoren vom Standpunkt des Entwurfes der Fundamente. Es werden die für den Entwurf erforderlichen Unterlagen erörtert und die Methoden ihrer Ausarbeitung aufgestellt.

Schliesslich werden die vom Motor den Fundamenten übertragene Kräfte hinsichtlich ihres Einflusses auf die Ergebnisse der Festigkeitsberechnung untersucht und die für die genaue und überschlägige Berechnung der in Kraftwerken laufend verwendeten Motoren unbedingt erforderlichen Angaben festgesetzt.

Cîteva consideraţii asupra stabilităţii statice a sistemelor electrice, deduse folosind „analizorul de reţele" propus de Ing. Paul Dimo

Ing. D. MARTAC

Se analizează cîteva aspecte asupra stabilităţii statice a sistemelor electrice, folosind un analizor de reţea propus de ing. Paul Dimo Se trag anumite concluzii în ceea ce priveşte stabilitatea unui generator echivalent şi se compară utilizarea analizorului în ceea ce priveşte stabilitatea statică cu utilizarea altor metode curente

I. Descrierea analizorului de reţele

In revista Energetica nr. 10/1956 a apărut sub titlul „Reprezentarea maşinii sincrone prin curenţii săi de scurtcircuit" un analizor de reţele propus de ing. Paul Dimo.

In articolul de faţă se foloseşte acest analizor pentru cîteva consideraţii asupra stabilităţii statice a reţelelor electrice. În cele de mai jos se dă descrierea acestui analizor.

Fie un sistem electric în care există m grupuri generatoare. Se consideră o bară a acestui sistem. La această bară se racordează $n \leqslant m$ circuite generatoare. Fiecare din aceste circuite este format dintr-un generator sincron înseriat cu o impedanţă.

Generatorul respectiv poate reprezenta :

— un generator real şi în acest caz impedanţa înseriată reprezintă impedanţa sincronă a generatorului real respectiv adunată cu impedanţa căii de transport de la generatorul real pînă la bara considerată ;

— un generator echivalent al unui grup de generatori care debitează toate prin aceiaşi cale de curent ; în acest caz impedanţa înseriată reprezintă impedanţa sincronă a generatorului echivalent înseriată cu impedanţa căii de transport de la generatorul echivalent pînă la bara respectivă.

Trebuie atrasă de la început atenţia asupra faptului că utilizarea unui generator echivalent constituie o aproximaţie a metodei şi că cu cît numărul acestor generatori echivalenţi este mai mic cu atît metoda este mai exactă.

Rezultă dar că reţeaua este reprezentată simbolic printr-o bară la care sînt racordate n generatori inseriaţi fiecare cu cîte o impedanţă.

De asemenea la bara respectivă se mai află racordat un consumator unic care reprezintă tot consumul sistemului ; acest consumator este definit prin cele două caracteristici ale sale şi anume curba puterii active în funcţie de tensiunea barei considerate :

$$P_s = f\,(U)$$

şi curba puterii reactive în funcţie de aceiaşi tensiune :

$$Q_s = f\,(U)$$

Reţeaua reprezentată după cum s-a spus mai sus este arătată în fig. 1.

Ipotezele simplificatoare şi aproximaţiile care se fac la întocmirea acestui analizor şi care se folosesc curent pentru majoritatea metodelor practice de calcul sînt următoarele :

1. Se neglijează fenomenul de saturaţie în generatori şi se consideră inpedanţă sincronă a fiecărui generator ca fiind aceeaşi pentru toate regimurile de funcţionare şi fiind egală cu valoarea nesaturată a acestei impedanţe.

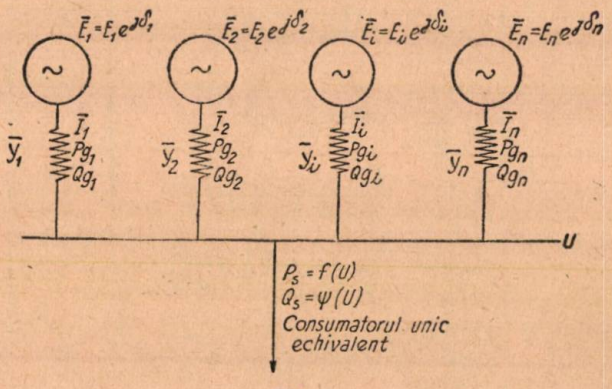


Fig. 1

2. Se consideră că în toţi generatorii sistemului impedanţa sincronă longitudinală este egală cu impedanţa sincronă transversală ceea ce este real numai în cazul turboalternatorilor.

3. Se consideră că un ansamblu de generatori şi de consumatori se poate înlocui cu un generator unic echivalent în serie cu o impedanţă şi avînd la capătul acestei ramuri (capăt care corespunde cu bara la care se reduce întregul sistem), concentrat, tot consumul ansamblului considerat. Această presupunere este evident cu atît mai puţin reală cu cît ansamblul considerat este mai complex şi cu cît consumurile ansamblului sînt mai importante. De aceea la întocmirea schemei sistemului redusă la bara în cauză, trebuie să se reducă la minimum numărul de ramuri care reprezintă ansambluri complexe reprezentate prin generatori echivalenţi.

4. Asupra caracteristicilor consumației, care este transpusă integral pe bara în cauză, se fac următoarele presupuneri :

$$P_s = f(U)$$

$$Q_s = \Psi(U) = Y_s U^2 \qquad (2)$$

în care P_s și Q_s reprezintă puterea activă, respectiv reactivă absorbită de consumatorul unic echivalent ce reprezintă totalul sarcinii din întreg sistemul energetic iar U reprezintă tensiunea între faze a barei considerate.

Ținînd seama de cele de mai sus, este valabil pentru o ramură oarecare i din cele n ramuri

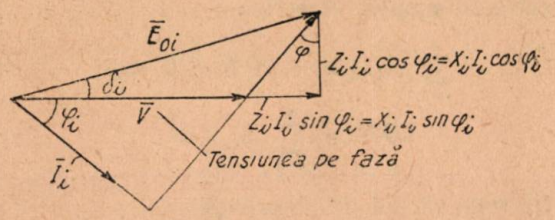


Fig. 2

generatoare la care s-a redus sistemul, următoarea diagramă :

Se fac următoarele notații :

E_{0i} — forța electromotoare pe fază a generatorului din ramura i ;
E_i — forța electromotoare între fazele generatorului din ramura i ;
V — tensiunea pe fază a barei considerate ;
U — tensiunea între faze a barei considerate ;
I_i — curentul din ramura i ;
φ_i — decalajul dintre curentul din ramura i și tensiunea pe fază a barei considerate ;
$Z_i = X_i$ — impedanța totală a ramurii i care se consideră pentru simplificare a fi o reactanță pură X_i ;
Y_i — admitanța totală a ramurii (care devine deci o susceptanță)
P_{gi} — puterea activă debitată de generatorul i ;
Q_{gi} — puterea reactivă debitată de generatorul i ;

Cu aceste notații se obține :

$$E_{0i} \sin\delta_i = Z_i I_i \cos\varphi_i \qquad (3)$$

$$E_{0i} \cos\delta_i - V = Z_i I_i \sin\varphi_i \qquad (4)$$

sau :

$$P_{gi} = 3VI_i \cos\varphi_i = 3E_{0i} V Y_i \sin\delta_i = E_i U Y_i \sin\delta_i \qquad (5)$$

$$Q_{gi} = 3VI_i \sin\varphi_i = 3E_{0i} V Y_i \cos\delta_i - 3V^2 Y_i = E_i U Y_i \cos\delta_i - U^2 Y_i \qquad (6)$$

Egalitățile între puterile generate și cele consumate pe bara respectivă ne dau ecuațiie :

$$\sum_{i=1}^{n} P_{gi} = \sum_{i=1}^{n} E_i Y_i \sin\delta_i = P_s = f(U) \qquad (7)$$

$$\sum_{i=1}^{n} Q_{gi} = \sum_{i=1}^{n} E_i Y_i U \cos\delta_i - \sum_{i=1}^{n} U^2 Y_i = Q_s = Y_s U^2 \qquad (8)$$

Prelucrînd aceste ecuații se obține :

$$\sum_{i=1}^{n} E_i Y_i \sin\delta_i = \frac{P_s}{U} \qquad (9)$$

$$\sum_{i=1}^{n} E_i Y_i \cos\delta_i = \left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right) U \qquad (10)$$

Aceste două ecuații arată că funcționarea sistemului poate fi reprezentată grafic astfel : fiecare din cele n ramuri generatoare este reprezentată printr-un vector care este egal ca mărime cu $E_i Y_i$ și care este decalat cu unghiul δ_i înaintea originii de fază.

Mărimea $E_i Y_i$ a acestui vector reprezintă de $\sqrt{3}$ ori curentul de scurtcircuit debitat de ramura i pe bara considerată atunci cînd pe această bară considerată are loc un scurtcircuit trifazat.

Insumarea acestor vectori ne conduce la un vector rezultant care are ca proiecție pe axa orizontală mărimea $\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right) U$ și ca proiecție pe axa verticală mărimea $\frac{P_s}{U}$.

Această reprezentare grafică a funcționării sistemului considerat este arătată în fig. 3.

Coordonatele punctului A sînt deci :

$$x = \left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right) U \qquad (11)$$

$$y = \frac{P_s}{U} \qquad (12)$$

Analizorul de rețea propus de ing. Paul Dimo constă într-un dispozitiv mecanic care repro-

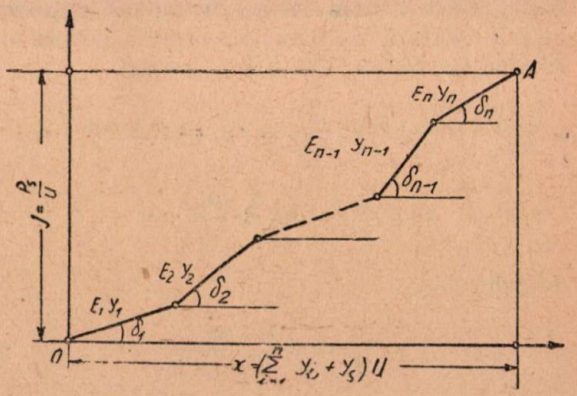


Fig. 3

duce fig. 3 de mai sus și care permite atît variația lungimii vectorilor $E_i Y_i$ cît și rotirea lor și deci

variația unghiurilor δ_i. Cu ajutorul acestui dispozitiv mecanic se poate cerceta foarte comod funcționarea sistemului în diferite regimuri și din diferite puncte de vedere.

II. Aprecierea stabilității statice a sistemelor electrice cu ajutorul analizorului descris.

Scopul articolului de față este de a analiza cîteva aspecte ale problemei stabilității statice a sistemelor electrice.

Se va indica de aceea, în prealabil, modul de apreciere al stabilității statice a sistemelor electrice folosind analizorul descris.

Se pornește de la condiția de stabilitate statică a unei bare exprimată prin relația matematică :

$$\frac{\partial(Q_g - Q_s)}{\partial U} < 0 \qquad (13)$$

în care :

Q_s este totalul puterii reactive generate pe bara considerată ;

Q_g — totalul puterii reactive consumate pe aceiași bară ;

U — tensiunea barei.

Sistemul este stabil dacă condiția (13) este îndeplinită

Folosind notațiile și relațiile din paragraful anterior se poate scrie :

$$Q_g = \sum_{i=1}^{n} Q_{gi} = U \sum_{i=1}^{n} E_i Y_i \cos \delta_i - U^2 \sum_{i=1}^{n} Y_i \qquad (14)$$

$$Q_s = Y_s U^2 \qquad (15)$$

$$\frac{\partial(Q_g - Q_s)}{\partial U} = \sum_{i=1}^{n} E_i Y_i \cos \delta_i - U \sum_{i=1}^{n} E_i Y_i \sin \delta_i \frac{\partial \delta_i}{\partial U} - 2U \left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s \right) \qquad (16)$$

In variațiile infinit mici ale parametrilor sistemului ce au loc în cadrul procesului a cărui stabilitate se consideră se presupune că puterea activă debitată de fiecare ramură generatoare rămîne constantă, cu alte cuvinte,

$$\frac{\partial P_{gi}}{\partial U} = \frac{\partial}{\partial U}[E_i Y_i U \sin \delta_i] = E_i Y_i \sin \delta + E_i U Y_i \cos \delta_i \frac{\partial \delta_i}{\partial U} = 0 \qquad (17)$$

Rezultă deci :

$$\frac{\partial \delta_i}{\partial U} = - \frac{\sin \delta_i}{U \cos \delta_i} \qquad (18)$$

Introducînd valoarea (18) în (16) se obține :

$$\frac{\partial(Q_g - Q_s)}{\partial U} = \sum_{i=1}^{n} \frac{E_i Y_i}{\cos \delta_i} - 2U \left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s \right) \qquad (19)$$

Condiția de stabilitate statică (13) devine :

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{E_i Y_i}{\cos \delta_i} - 2U \left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s \right) < 0 \qquad (20)$$

Această relație are o interpretare geometrică simplă pe analizorul prezentat.

In adevăr după cum se vede pe fig. 4 :

$$A_{i-1} A_i = E_i Y_i \qquad (21)$$

$$A_{i-1} a_i = \frac{E_i Y_i}{\cos \delta_i} \qquad (22)$$

$$OB = U \left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s \right) \qquad (23)$$

Așa dar condiția de stabilitate (20) devine în cazul analizorului descris :

$$\sum_{i=1}^{n} A_{i-1} a - 2OB < 0 \text{ sau} \qquad (24)$$

$$2OB > \sum_{i=1}^{n} A_{i-1} a_i \qquad (25)$$

Se vede că, cu cît diferența :

$$2OB - \sum_{i=1}^{n} A_{i-1} a_i$$

este mai mare cu atît sistemul este mai stabil. Se poate defini în consecință *o cifră de stabilitate statică**) a sistemului pentru un anumit punct de funcționare. Această cifră, notată cu n_{st} este dată de formula :

$$n_{st} = \frac{2OB - \sum_{i=1}^{n} A_{i-1} a_i}{2OB} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} A_{i-1} a_i}{2OB} \qquad (26)$$

Cu cît cifra de stabilitate statică este mai mare decît zero cu atît stabilitatea statică a sistemului este mai bună. Dacă această cifră este negativă sistemul este static instabil. Dacă cifra n_{st} este zero sistemul este la limita între funcționarea stabilă și funcționarea instabilă.

In cele ce urmează se vor face cîteva considerații asupra funcționării sistemelor din punct de vedere al stabilității statice, folosind cele stabilite mai sus.

Se vor trata următoarele chestiuni :

1. Compararea cifrei de stabilitate statică a unui generator echivalent cu cifra de stabilitate statică a celor n generatori pe care el îi înlocuiește.

2. Regimul de stabilitate statică maximă pentru un anumit sistem funcționînd cu o anumită putere activă totală și anumită tensiune.

3. Variația cifrei de stabilitate statică maximă a unui sistem în funcție de tensiune, considerînd diferite caracteristici pentru consumatorul unui echivalent.

---

*) In literatură această denumire se rezervă pentru altă expresie matematică. Cifra de stabilitate statică definită mai sus dă o indicație asupra reglajului de tensiune.

III. Compararea cifrei de stabilitate statică a unui generator echivalent cu cifra de stabilitate statică a celor n generatori pe care el îi înlocuieşte

In multe cazuri, în calcule de sisteme electrice, este necesar să se înlocuiască un număr de n generatori cu un generator unic echivalent.

Condiţia pe care trebuie să o îndeplinească acest generator unic echivalent este ca să debiteze o putere activă respectiv reactivă egală cu suma puterilor active respectiv reactive

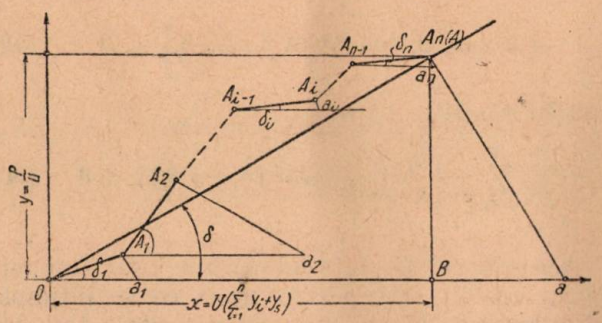


Fig. 4

debitate de cei n generatori şi să debiteze pe o anumită bară acelaşi curent de scurtcircuit ca şi generatorii pe care îi înlocuieşte.

Generatorul unic echivalent este uşor de definit cu ajutorul analizorului descris mai sus după cum se vede din fig. 4.

Fie în adevăr cele n ramuri generatoare definite prin segmentele $A_{i-1}\ A_i = E_i\ Y_i$ şi prin unghiurile δ_i ce le fac aceste segmente cu axa orizontală. Puterea activă totală debitată de aceşti generatori este proporţională cu segmentul $AB = \frac{P_s}{U} = Y$. Puterea reactivă totală debitată de cei n generatori este determinată de tensiunea U a barei considerate la care se racordează consumatorul unic echivalent. Această tensiune U este proporţională cu segmentul

$$OB = U\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right) = x$$

Aşa dar pentru ca generatorul unic echivalent să debiteze aceiaşi putere activă şi reactivă şi acelaşi curent de scurtcircuit ca cei n generatori pe care îi înlocuieşte trebuie ca punctul reprezentativ al extremităţii vectorului ce reprezintă acest generator echivalent să fie tot punctul A care este extremitatea vectorului $A_{n-1}\ A_n = E_n Y_n$ ce reprezintă al n-lea generator.

Aşa dar pe fig. 4 generatorul unic echivalent este reprezentat de vectorul OA egal cu EY şi făcînd un unghi δ cu axa orizontală. Se vede că numai acest generator satisface condiţiile specificate mai sus pentru un generator echivalent.

In cele ce urmează se va arăta că cifra de stabilitate statică a generatorului unic echivalent este egală cu cifra maximă de stabilitate statică a celor n generatori pe care el îi înlocuieşte.

Pentru a arăta acest lucru este suficient să se arate — referindu-se la fig. 4 că :

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{A_{i-1}A_i}{\cos \delta_i} \geqslant \frac{OA}{\cos \delta} \tag{27}$$

In adevăr cifra de stabilitate statică a generatorului unic echivalent este :

$$n_{st_1} = 1 - \frac{OA}{2OB \cos \delta} \tag{28}$$

iar cifra de stabilitate statică a celor n generatori este :

$$n_{st_2} = 1 - \frac{1}{2OB} \sum_{i=1}^{n} \frac{A_{i-1}\ A_i}{\cos \delta_i} \tag{29}$$

Pentru a arăta că :

$$n_{st_1} \geqslant n_{st_2} \tag{30}$$

înseamnă a arăta că :

$$1 - \frac{OA}{2OB \cos \delta} \geqslant 1 - \frac{1}{2OB} \sum_{i=1}^{n} \frac{A_{i-1}\ A_i}{\cos \delta_i} \tag{31}$$

adică :

$$\frac{OA}{\cos \delta} \leqslant \sum_{i=1}^{n} \frac{A_{i-1}\ A_i}{\cos \delta_i} \tag{32}$$

ceea ce trebuie arătat.

Pentru demonstrarea acestei inegalităţi se vor face următoarele notaţii simplificatoare pe fig. 4 :

$$A_{i-1}\ A_i = B_i \tag{33}$$

$$OA = B$$

Cu aceste notaţii formula (32) devine :

$$\frac{B}{\cos \delta} \leqslant \sum_{i=1}^{n} \frac{B_i}{\cos \delta_i} \tag{35}$$

In plus se mai pot scrie următoarele două egalităţi :

$$B \cos \delta = \sum_{i=1}^{n} B_i \cos \delta_i \tag{36}$$

$$B \sin \delta = \sum_{i=1}^{n} B_i \sin \delta_i \tag{37}$$

In cele de mai jos se va demonstra valabilitatea relaţiei (35) ţinînd seama de relaţiile (36) şi (37).

Din aceste două din urmă relaţii se scoate :

$$B^2 = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} B_i B_j \cos (\delta_i - \delta_j) \tag{38}$$

şi

$$B = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} B_i B_j \cos (\delta_i - \delta_j)} \tag{39}$$

Din (39) și (36) se deduce :

$$\cos\delta = \frac{\sum_{i=1}^{n} B_i \cos\delta_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} B_i B_j \cos(\delta_i - \delta_j)}} \qquad (40)$$

Din (39) și (40) se obține :

$$\frac{B}{\cos\delta} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} B_i B_j \cos(\delta_i - \delta_j)}{\sum_{j=1}^{n} B_i \cos\delta_j} \qquad (41)$$

Inlocuind (41) în (35) relația ce trebuie demonstrată devine :

$$\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} B_i B_j \cos(\delta_i - \delta_j)}{\sum_{i=1}^{n} B_i \cos\delta_i} \leqslant \sum_{i=1}^{n} \frac{B_i}{\cos\delta_i} \qquad (51)$$

sau :

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} B_i B_j \cos(\delta_i - \delta_j) \leqslant \sum_{j=1}^{n} \frac{B_j}{\cos\delta_j} \sum_{i=1}^{n} B_i \cos\delta_j \qquad (43)$$

sau în fine :

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} B_i B_j \cos(\delta_i - \delta_j) \leqslant \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} B_i B_j \frac{\cos\delta_i}{\cos\delta_j} \qquad (44)$$

Prin transformări succesive se obține :

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} B_i B_j \left[\cos(\delta_i - \delta_j) - \frac{\cos\delta_i}{\cos\delta_j}\right] \leqslant 0 \qquad (45)$$

In suma dublă de mai sus atît indicele i cît și j variază fiecare de la 1 la n ; suma are deci n^2 termeni. Din aceștia cu n termeni în care $i = j$ sînt nuli după cum se vede din formulă. Suma se reduce deci la $n^2 - n = (n-1)n$ termeni deci la un număr par de termeni Acești termeni se pot grupa doi cîte doi astfel încît relația (45) devine :

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} B_i B_j \left[\cos(\delta_i - \delta_j) + \cos(\delta_i - \delta_j) - \frac{\cos\delta_i}{\cos\delta_j} - \frac{\cos\delta_i}{\cos\delta_j}\right] \leqslant 0 \qquad (46)$$

In această sumă dublă i și j trebuie să fie diferiți ; ea are un număr de $\frac{n(n-1)}{2}$ termeni care reprezintă numărul de combinări ce se pot face cu n obiecte luîndu-le cîte două.

Relația (46) devine :

$$\sum_{\substack{i=1\\ i\neq j}}^{n}\sum_{j=1}^{n} B_i B_j \left(2\cos\delta_i\cos\delta_j + 2\sin\delta_i\sin\delta_j - \frac{\cos\delta_i}{\cos\delta_j} - \frac{\cos\delta_i}{\cos\delta_j}\right) \leqslant 0 \qquad (47)$$

sau :

$$\sum_{\substack{i=1\\ i=j}}^{n}\sum_{j=1}^{n} \frac{B_i B_j}{\cos\delta_i \cos\delta_j}\Big(2\cos^2\delta_i\cos^2\delta_j + 2\cos\delta_i\cos\delta_j\sin\delta_i\sin\delta_j - \cos^2\delta_i - \cos^2\delta_j\Big) \leqslant 0 \qquad (48)$$

sau :

$$-\sum_{\substack{i=1\\ i=j}}^{n}\sum_{j=1}^{n} \frac{B_j B_j}{\cos\delta_i \cos\delta_j}\Big(\cos^2\delta_i\sin^2\delta_j + \cos^2\delta_j\sin^2\delta_i - 2\cos\delta_i\cos\delta_j\sin\delta_i\sin\delta_j\Big) < 0 \qquad (49)$$

sau în sfîrșit :

$$-\sum_{\substack{i=1\\ i=j}}^{n}\sum_{j=1}^{n} \frac{B_i B_j}{\cos\delta_i \cos\delta_j}[\sin^2(\delta_i - \delta_j)] < 0 \qquad (50)$$

Această relație este adevărată cînd toți termenii $\cos\delta_i$ sînt pozitivi ceea ce se întîmplă întotdeauna în cazurile considerate. Așa dar valabilitatea relației (35) a fost demonstrată. De aci se deduc următoarele concluzii :

1. *Cifra de stabilitate statică a unui generator echivalent este egală cu cifra maximă de stabilitate statică a celor n generatori pe care el îi înlocuiește (cînd toate unghiurile δ_i au aceiași valoare δ).*

2. *Metoda de calcul care folosește generatorul unic echivalent este aproximativă și duce întotdeauna din punct de vedere al aprecierii stabilității statice a unui sistem la rezultate prea optimiste.*

3. *Folosirea analizorului de rețea descris mai sus conduce la o apreciere mai realistă a stabilității statice a unui sistem decît metoda generatorului unic echivalent.*

4. In construcția analizorului descris mai sus este adesea nevoie ca o legătură complexă a barei considerate cu sistemul să fie înlocuită printr-un generator unic echivalent lucrînd pe bara respectivă. Prin aceasta se introduce în calcul eroarea despre care s-a vorbit mai sus.

Trebuie remarcat însă că această aproximație se aplică numai unui număr redus de generatori și că *deci metoda de calcul folosind analizatorul descris este superioară din punct de vedere al exactității, chiar și în acest caz, metodei generatorului unic echivalent.*

IV. Regimul de stabilitate statică maximă pentru un anumit sistem funcționînd cu o anumită putere activă și anumită tensiune dată

In practică se pune problema să se determine care trebuie să fie repartiția puterilor active și reactive între generatorii unui sistem pentru ca funcționînd cu o putere totală activă impusă și cu o tensiune anumită dată (ceea ce determină

univoc şi puterea reactivă totală) să se realizeze o cifră de stabilitate statică maximă.

Răspunsul la această problemă se poate da ţinînd seama de cele spuse în paragraful III.

Fie un sistem care reprezentat pe analizator are n ramuri generatoare.

Să considerăm două regimuri de funcţionare ale acestui sistem care au, reprezentate pe ana-

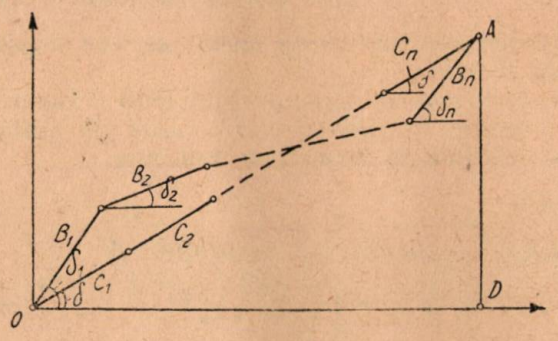


Fig. 5

lizor, acelaşi punct final A de funcţionare cu alte cuvinte în ambele regimuri puterea totală activă şi tensiunea barei de referinţă sînt aceleaşi.

Aceste două regimuri sînt reprezentate în fig. 5.

In primul regim vectorii $E_i\ Y_i = B_i$ au orientări diferite faţă de orizontală deci unghiurile δ_i sînt diferite.

In al doilea regim vectorii $E_i\ Y_i = C_i$ fac toţi acelaşi unghiu δ cu orizontala fiind astfel unul în prelungirea celuilalt.

Fie n cifra de stabilitate statică a sistemului în primul regim de funcţionare, definită prin :

$$n_1 = 1 - \frac{1}{2\,OD} \sum_{i=1}^{n} \frac{B_i}{\cos\,\delta_i} \tag{51}$$

Fie de asemenea n cifra de stabilitate statică a sistemului în al doilea regim de funcţionare, definită prin :

$$n_2 = 1 - \frac{1}{2\,OD} \sum_{i=1}^{n} \frac{C_i}{\cos\,\delta} = 1 - \frac{[OA']}{2OD\,\cos\,\delta} \tag{52}$$

Se va arăta că :

$$n_2 \geqslant n_1 \tag{53}$$

oricare ar fi regimul 1 definit anterior.

Pentru aceasta trebuie arătat că :

$$1 - \frac{1}{2OD} \sum_{i=1}^{n} \frac{B_i}{\cos\,\delta_i} \leqslant 1 - \frac{OA}{2OB\,\cos\,\delta} \tag{54}$$

sau

$$\frac{OA}{\cos\,\delta} \geqslant \sum_{i=1}^{n} \frac{B_i}{\cos\,\delta_i} \tag{55}$$

Dar această inegalitate nu reprezintă decît inegalitatea (35) cu alte notaţii. Această inegalitate a fost demonstrată în paragraful III.

Rezultă, în concluzie, următoarele :

Singura condiţie care se cere repartiţiei puterilor active şi reactive pe generatorii unui sistem pentru ca, la o putere totală activă şi la o tensiune dată, sistemul să funcţioneze cu maximum de stabilitate statică este ca vectorii reprezentativi în analizor a celor n ramuri generatoare să fie colineari adică să facă acelaşi unghi δ cu axa orizontală.

Dacă această condiţie este satisfăcută regimul corespunzător este regimul cu maxim de stabilitate statică, avînd cifra de stabilitate $n_{st\,(max)}$. Se va analiza mai îndeaproape caracteristicele acestui regim.

Din fig 5 se poate scrie pentru acest regim notînd cu P_{gi} puterea activă debitată de fiecare din ramurile generatoare :

$$\frac{P_{gi}}{C_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_{gi}}{\sum_{i=1}^{n} C_i} = \frac{I}{K}\,(\text{constantă}) \text{ sau}$$

$$C_i = E_i\,Y_i = \frac{E_i}{Z_i} = kP_i \tag{57}$$

De aici se deduce :

$$E_i = kP_i Z_i \tag{58}$$

Această relaţie arată că forţa electromotoare a fiecărei ramuri generatoare este proporţională cu produsul între puterea activă dată de generatorul respectiv şi impedanţa ramurii considerate.

Aceiaşi concluzie este valabilă pentru curenţii de excitaţie dacă se consideră generatoarele nesaturate.

Cu alte cuvinte dacă se impune o anumită repartiţie de puteri active pe generatori — dictată de considerente de mers economic — atunci repartiţia puterilor reactive care dă maximum de stabilitate statică este cea definită prin formula (58).

V. Variaţia cifrei de stabilitate statică maximă a unui sistem, în funcţie de tensiune, considerînd diferite caracteristici pentru consumatorul unic echivalent

Se consideră că sistemul electric funcţionează o anumită putere activă totală P_s şi o anumită tensiune dată U. In acest caz, în fig. 6 punctul A este dat.

Coordonatele sale sînt :

$$x = U\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right) \tag{59}$$

$$y = \frac{P_s}{U} \tag{60}$$

Punctul A fiind același, sistemul poate avea o infinitate de regimuri, în funcție de repartiția pe generatori.

Regimul cu stabilitate maximă este cel cu care vectorii reprezentînd fiecare generator în parte sînt colineari formînd astfel un vector unic OA. In acest caz cifra de stabilitate este maximă pentru punctul A de funcționare și ea are ca valoare :

$$n_{st(max)} = 1 - \frac{1}{2OB} \cdot \frac{OA}{\cos \delta} \tag{61}$$

Dar cum $OB = OA \cos \delta$ $n_{st(max)}$ devine :

$$n_{st(max)} = 1 - \frac{1}{2\cos^2 \delta} \tag{62}$$

Ca o primă observație se vede că pentru ca sistemul să fie stabil trebuie ca :

$$n_{st(max)} > 0 \tag{63}$$

sau :

$$1 - \frac{1}{2\cos^2 \delta} > 0 \tag{64}$$

sau :

$$\cos \delta > \frac{1}{\sqrt{2}} \tag{65}$$

Așa dar dacă $\delta < 45°$ punctul de funcționare cade sigur într-o zonă instabilă.

Planul analizorului poate fi deci împărțit în două regiuni, prin bisectoarea unghiului drept format de axele de coordonate :

Regiunea I în care nu sînt posibile regimuri de funcționare stabile. In această regiune cifra de stabilitate statică maximă este negativă.

Regiunea II în care sînt posibile regimuri de funcționare stabile. Nu înseamnă însă că toate regimurile de funcționare sînt stabile în această regiune. Cifra de stabilitate statică maximă este, în acest caz, pozitivă.

Se va cerceta acum variația cifrei de stabilitate statică maximă în funcție de tensiunea U (notațiile din fig. 6)

$$n_{st\,(max)} = 1 - \frac{1}{2\cos^2 \delta} = 1 - \frac{1}{2}\frac{x^2 \times y^2}{x^2} =$$

$$= \frac{1}{2}\left[1 - \frac{y^2}{x^2}\right] = \frac{1}{2}\left[1 - \frac{P_s^2}{\left(\sum_{1=i}^{n} Y_i + Y_s\right)^2 U^4}\right] \tag{66}$$

Pentru a cerceta dependența lui $n_{st\,(max)}$ de U trebuie să se facă anumite presupuneri asupra funcției definite prin relația (1) și care ne arată cum variază puterea activă cerută de consumatorul unic echivalent în funcție de tensiune.

Se vor lua în considerare patru cazuri și anume :

Cazul I

$P_s = P_{so}$ (Constantă) (folosită curent, reprezintă aproximativ motorului asincron); (67)

Cazul II

$P_s = KU$ (folosită rar) (68)

Cazul III

$P_r = KU^2$ (folosită curent) (69)

Cazul IV

$P_s = P_{so} - KU$ (folosită rar, aproximează mai bine motorul asincron) (70)

In fiecare din aceste cazuri se vor analiza două lucruri :

— locul geometric al punctului cînd U variază ;

— modul de dependență a cifrei de stabilitate maximă în funcție de tensiune.

Cazul I

Locul geometric al punctului A

$$x = U\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right) \tag{71}$$

$$y = \frac{P_{s0}}{U} \tag{72}$$

Eliminînd pe U se obține :

$$x.y = P_{s0}\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right) = \text{constant} \tag{73}$$

Locul geometric este deci o hiperbolă echilateră trecînd prin punctul A

Variația lui $n_{st(max)}$.

Inlocuind (67) în (66) se obține :

$$n_{st(max)} = \frac{1}{2}\left[1 - \frac{P_{so}^2}{\left(\sum_{i=i}^{n} Y_i + Y_s\right)^2 U^4}\right] \tag{74}$$

Se vede că $n_{st(max)}$ crește cînd crește U deci cînd punctul A se deplasează în sensul săgeții din fig. 6.

Cazul II

Locul geometric al punctului A

$$x = \left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right) U \tag{75}$$

$$y = k \tag{76}$$

Locul geometric este o dreaptă paralelă cu axa orizontală și trecînd prin punctul A.

Variația $n_{st(max)}$

Inlocuind pe (68) în (66) se obține :

$$n_{st(max)} = \frac{1}{2}\left[1 - \frac{K^2}{\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right)^2 U^2}\right] \tag{77}$$

Și în acest caz $n_{st(max)}$ crește cînd crește U deci cînd punctul A se deplasează în sensul săgeții din fig. 6.

Cazul III

Locul geometric al punctului A

$$x = \left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right) U \qquad (78)$$

$$y = KU \qquad (79)$$

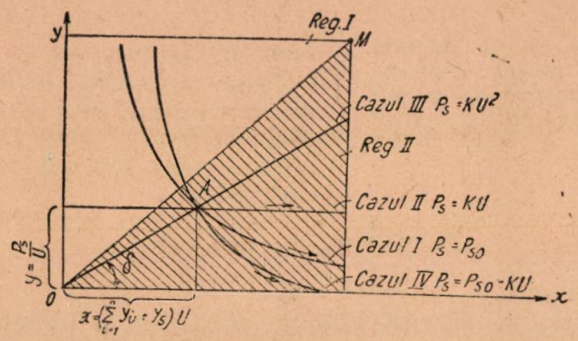


Fig. 6

Eliminînd pe U se obține :

$$y = \frac{K}{\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right)} x \qquad (80)$$

deci o dreaptă ce trece prin originea O și punctul A.

Variația lui $n_{st(max)}$

Inlocuind pe (69) în (66) se obține :

$$n_{st(max)} = \frac{1}{2}\left[1 - \frac{K^2}{\left(\sum_{i=1}^{n} y_i + y_s\right)^2}\right] \qquad (81)$$

Se vede că în acest caz cifra de stabilitate maximă nu mai depinde de tensiunea U.

Cazul IV

Locul geometric al punctului A.

$$x = \left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right) U \qquad (82)$$

$$y = \frac{P_{s6}}{U} - K \qquad (83)$$

Eliminînd pe U se obține curba :

$$x(y + K) = P_{s0} \times \left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right) = \text{cons} \qquad (84)$$

adică o iperbolă echilateră translatată de-a lungul axei verticale în jos, cu cantitatea K, și trecînd prin punctul A.

Variația lui $n_{st\ (max)}$

Inlocuind pe (70) în (66) se obține :

$$n_{st\ (max)} = \frac{1}{2}\left[1 - \frac{(P_{So} - KU)^2}{\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i + Y_s\right)^2 U^4}\right]$$

Și în acest caz $n_{st\ (max)}$ crește cînd U crește deci cînd punctul A se deplasează în sensul săgeții din figura 6.

Se mai poate face o observație în ceea ce privește variația lui $n_{st\ (max)}$ cu tensiunea U.

Dreapta OA împarte regiunea stabilă xOM în două regiuni :

Regiunea 1 cuprinsă între dreptele Ox și OA.

Regiunea 2 cuprinsă între dreptele OA și OM.

In prima regiune cînd tensiunea crește $n_{st(max)}$ crește.

In a doua regiune cînd tensiunea crește $n_{st\ (max)}$ scade.

In prima regiune sînt caracteristici $P_s = f(U)$ de forma $P_s = KU^p$ în care p variază între 0 și 2.

In a doua regiune în caracteristicile respective p este mai mare decît 2.

In încheiere trebuie atrasă atenția asupra faptului că utilizarea analizorului descris este fecundă în aplicații și că deducerea concluziilor de mai sus folosind alte căi este considerabil mai grea.

СООБРАЖЕНИЯ О СТАТИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ВЫВЕДЕННОЙ ПОСРЕДСТВОМ «АНАЛИЗАТОРА СЕТЕЙ», ПРЕДЛОЖЕННОГО ИНЖ. П. ДИМО

Делается разносторонний обзор статической стабильности электрических систем при использовании анализатора, предложенного инж. П. Димо.

Приводятся ряд заключений относительно стабильности эквивалентного генератора и делается сравнение между использованием анализатора для оценки статической стабильности и применением других обычных методов.

BETRACHUNTGEN ÜBER DIE STATISCHE STABILITÄT ELEKTRISCHER SYSTEME, AUSGEHEND VON DER VERWENDUNG DES VON ING. P. DIMO VORGESCHSAGENEN „NETZANALYSATORS".

Es werden einige Aspekte der statischen stabilität der elektrischen Systeme unter Verwendung eines von Ing. P. Dimo vorgeschlagenen „Netzanalyszators" untersucht.

Desgieichen werden einige Schlussfolgerungen hinsichtlich der Stabilität eines äquivalenten Generators gezogen und die Verwendung dieses Analysators mit den anderen üblichen Methoden verglichen.

Stabilirea unor relaţii din teoria maşinilor hidraulice prin analiza dimensională

Ing. C. I. STAICU

Analiza dimensională este folosită la stabilirea unor relaţii importante din domeniul teoriei maşinilor hidraulice. Pentru obţinerea lor au fost utilizate unele rezultate relativ noi care au făcut din analiza dimensională a metodă general valabilă.

1. Analiza dimensională este metoda prin care se poate stabili relaţia, de tip monom, ce există între mărimile utilizate la descrierea unui fenomen. Relaţia căutată, care exprimă legea după care se produce fenomenul studiat, trebuie să fie omogenă, adică de ambele părţi ale semnului de egalitate să fie aceleaşi dimensiuni.

Respectarea omogenităţii dimensiunilor este principiul utilizat de analiza dimensională pentru stabilirea de relaţii noi.

Intr-un studiu anterior [2], s-a arătat că acest scop poate fi atins în analiza dimensională clasică, bazată numai pe principiul omogenităţii, doar în cazul fenomenelor descrise cu un număr restrîns de mărimi, număr care depăşeşte cu o unitate numărul dimensiunilor din ecuaţiile dimensionale ale mărimilor prezente în fenomenul studiat. Totodată, arată că dacă analiza dimensională clasică este completată, această metodă ne oferă posibilitatea de a stabili şi relaţiile existente între mărimile utilizate la descrierea fenomenelor pentru care nu este respectată condiţia de mai sus.

In cele ce urmează vom stabili, prin analiza dimensională modernă, o formulă pentru puterea turbinelor hidraulice. Această formulă va fi utilizată apoi la stabilirea altor două relaţii importante din teoria maşinilor hidraulice : turaţia dublă unitară şi turaţia specifică.

2. Energia hidraulică, prezentă în schemele după care funcţionează amenajările hidro-energetice şi maşinile hidraulice, care se regăseşte în suma energiilor potenţiale, cinetice şi de rezistenţă, se calculează cu relaţia cunoscută

$$E = \gamma V H \,(\text{kgm}) \qquad (1)$$

în care :

γ (kg/m^3) este greutatea specifică a apei;

V (m^3) şi H(m) sînt respectiv volumul de apă şi înălţimea căderii realizate prin amenajarea considerată.

Variaţia în unitatea de timp a energiei dă puterea hidraulică a amenajării :

$$P = \gamma Q H \,(\text{kgm/s}) \qquad (2)$$

în care : Q(m^3/$_s$) este debitul de apă.

3. Turbinele hidraulice transformă energia potenţială şi cinetică disponibilă a apei în energie mecanică utilă şi o mică parte în energie de rezistenţă hidraulică şi mecanică nefolositoare.

Prin considerarea vitezelor apei de la intrarea şi ieşiea din rotorul turbinei şi a forţelor de impuls, pe de o parte şi aplicarea legilor mecanicii, pe de altă parte, obţinem după Euler, formula puterii hidraulice a turbinelor ;

$$P = \gamma \frac{Q}{g} (c_{u1} u_1 - c_{u2} u_2) \qquad (3)$$

în care :

u_1 şi u_2 sînt vitezele periferice la mijlocul muchiilor de intrare şi de ieşire ale paletelor rotorului ;

c_{u1} şi c_{u2} — proiecţiile pe direcţiile vitezelor respective ; u_1 şi u_2 — ale vitezelor absolute ;

c_1 şi c_2 — vitezele absolute ale apei la intrarea şi ieşirea din rotor ;

g — acceleraţia gravitaţiei.

Vitezele din paranteza (3) depind de căderea netă H şi condiţionează viteza periferică u ; aceste dependenţe le exprimăm în forma cea mai generală, prin funcţiile :.

$$f(c_{u1}, c_{u2}, u_1, u_2) = \varphi(u) = \psi(H) \qquad (4)$$

de care ne vom folosi în cele ce urmează.

4. Din (3) şi (4) rezultă că puterea dezvoltată de o turbină hidraulică :

$$P = f(H, \gamma, g, Q, u) \qquad (5)$$

Această funcţie poate fi pusă sub forma unui monom :

$$P = k H^c \gamma^d g^e Q^f u^b \qquad (6)$$

în care mărimile sînt afectate de exponenţi cunoscuţi iar k este un factor numeric.

Exponenţii din (6) au valori unice, întregi sau fracţii de numere întregi, pozitive sau negative. Pentru determinarea lor utilizăm analiza dimensională care face uz de ecuaţiile dimensionale ale mărimilor prezente şi de principiul omogenităţii conform căruia în orice relaţie fizic valabilă, este respectată egalitatea exponenţilor dimensiunilor ce apar de o parte şi de alta a semnului de egalitate.

In baza sistemului dimensional : lungime, masă, timp (L, M, T), ecuaţiile dimensionale ale mărimilor de mai sus sînt :

$$\begin{aligned} P &= L^2 M T^{-3} & g &= L T^{-2} \\ Q &= L^3 T^{-1} & H &= L \\ \gamma &= L^{-2} M T^{-2} & u &= L T^{-1} \end{aligned} \qquad (7)$$

Prin aplicarea analizei dimensionale clasice, în cazul de faţă se obţine un sistem de trei ecuaţii cu cinci necunoscute ; acest sistem în care apar mai multe necunoscute decît ecuaţii, este nedeterminat sau admite o infinitate de soluţii întregi sau fracţii de numere întregi,

pozitive sau negative. In această situație, studiul făcut prin analiza dimensională clasică nu conduce la stabilirea unei relații pentru puterea turbinelor hidraulice deoarece nu poate obține valorile unice ale exponenților necunoscuți din (6).

5) Calea urmată în studiul de față, care ne conduce la valorile unice căutate, are la bază cele expuse în [2] unde am prezentat modul în care se pot obține relațiile fizice prin analiza dimensională modernă.

Funcția (5) din cazul de față o scriem sub forma:

$$P^a u^b = H^c \gamma^d g^e Q^f \qquad (8)$$

unde distribuția mărimilor, de o parte și de alta a semnului de egalitate, rezultă din studiul calitativ al fenomenului iar a, b, c, ... sînt necunoscutele problemei. Aceste necunoscute pot lua numai valori pozitive deoarece se consideră cunoscută distribuția mărimilor între cei doi membri ai relației căutate.

Spre deosebire de procedeul utilizat în analiza dimensională clasică, în relația (8) nu am explicitat mărimea care interesează sau ori-care alta din mărimile prezente. Relația (8) conține însă un număr de necunoscute cu o unitate mai mare față de numărul necunoscutelor care apar în analiza dimensională clasică, unde mărimea explicitată are exponent unitar. Acest procedeu este totuși utilizat în analiza dimensională modernă deoarece prezintă avantajul că ecuațiile obținute sînt de tip diofantian cu soluții numere întregi spre deosebire de ecuațiile obținute în analiza dimensională clasică unde necunoscutele (exponenții mărimilor) pot căpăta și valori fracționare.

Introducem în (8) ecuațiile (7) și după ce grupăm dimensiunile obținem:

$$L^{2a+b} M^a T^{-3a-b} = L^{c-2d+e+3f} M^d T^{-2d-2e-f} \qquad (9)$$

Condiția impusă de respectarea principiului omogenității ne conduce la sistemul;

$$\begin{aligned} 2a + b &= c - 2d + e + 3f \\ a &= d \\ 3a + b &= 2d + 2e + f \end{aligned} \qquad (10)$$

format din trei ecuații cu șase necunoscute.

Sistemul (10) îndeplinește condiția necesară și suficientă pentru existența unei soluții întregi, enunțată în algebră, conform căreia cel mai mare divizor comun al determinanților de gradul m (numărul ecuațiilor) care se pot forma din tabloul coeficienților să dividă determinanții care se deduc din aceștia înlocuind succesiv elementele fiecărei coloane cu termenii liberi corespunzători. In cazul de față, toți determinanții astfel formați sînt nuli; sistemul admite deci soluții.

Pentru rezolvarea sistemului (10) căutăm o soluție particulară; aceasta este următoarea:

$$\begin{aligned} a &= 1 \quad c = 2 \quad e = 1 \\ b &= -2 \quad d = -1 \quad f = -1 \end{aligned} \qquad (11)$$

Cu aceste soluții formăm ecuația:

$$\alpha - 2\beta + 2\gamma - \delta + \varepsilon - \varphi = 1 \qquad (12)$$

în care α, β, γ, ... sînt întregi.

O soluție particulară a ecuației (12) este următoarea:

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 \\ \beta = \gamma = \delta = \varepsilon = \varphi &= 0 \end{aligned} \qquad (13)$$

de unde rezultă că sistemul (10) se completează cu ecuația $a = x$.

In această situație, pentru noul sistem, format din ecuațiile (10) și ecuația stabilită, avem $m + 1 = 4$ în timp ce n (numărul necunoscutelor) a rămas același.

Pentru stabilirea egalității cerută de algebră $n = m$, este necesar să repetăm încă de două ori operațiile de mai sus; în acest mod obținem alte două ecuații suplimentare $c = y$ și $f = z$. Rezultă deci că sistemul inițial (10) se înlocuiește cu următorul:

$$\begin{aligned} 2a + b - c + 2d - e - 3f &= 0 \quad a = x \\ a - d &= 0 \quad c = y \\ 3a + b - 2d - 2e - f &= 0 \quad f = z \end{aligned} \qquad (14)$$

care rezolvat în funcție de parametrii x, y, z, mai admite următoarele soluții:

$$\begin{aligned} b &= -7x + 2y + 5z \quad d = x \\ e &= -3x + y + 2z \end{aligned} \qquad (15)$$

Parametrii x, y, z, introduși suplimentar pot căpăta orice valoare de la 1 la $+\infty$; necunoscutele a, b, c, ... vor avea o infinitate de soluții matematic posibile.

Numărul soluțiilor matematic posibile poate fi redus în baza celor arătate în [2] unde precizăm că din examinarea unui mare număr de relații fizice, stabilite prin alte metode de calcul, am ajuns la concluzia că, în stadiul actual de dezvoltare a cunoștințelor noastre, valorile exponenților nu depășesc primele 4—5 numere de la începutul șirului natural de numere. Această observație ne permite să reducem numărul valorilor arbitrare pe care le putem atribui parametrilor x, y, și z introduși suplimentar, la primele 4—5 numere ale sistemului zecimal. Cu aceste valori și cele corespunzătoare necunoscutelor, conform ecuațiilor (14), întocmim tabela în care introducem numai coloanele care interesează pentru stabilirea relației căutate.

Metoda utilizată în studiul de față, bazată pe rezolvarea unui sistem diofantian cu soluții numere întregi, ne dă posibilitatea să găsim în mod sistematic, nu prin tatonări, soluțiile de mai sus; aceste soluții ne conduc la un număr mic de relații dimensional valabile. Ele sînt totodată și soluții fizic posibile, deoarece printre ele se găsesc și exponenții relației căutate.

Din tabelă se elimină coloanele cu soluții nule sau negative deoarece nu respectă consecințele scrierii relației căutate sub forma (8). De asemeni se elimină coloanele care prezintă soluții mai mari decît valoarea limită maximă (cinci) admisă pentru exponenții din relațiile fizice.

x	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3
y	1	1	2	1	2	1	2	2	1	3	1	3	2	2	2	1	2	3	3	1
z	1	2	1	1	2	2	1	2	3	1	1	2	3	2	3	3	1	2	1	2
a	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3
b	0	5	2	−7	7	−2	−5	0	10	4	−14	2	5	−7	12	3	−12	9	−3	−9
c	1	1	2	1	2	1	2	2	1	3	1	3	2	2	2	1	2	3	3	1
d	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3
e	0	2	1	−3	2	−1	−2	0	4	2	−6	1	2	−3	5	1	−5	4	−1	−4
f	1	2	1	1	2	2	1	2	3	1	1	2	3	2	3	3	1	2	1	2

După eliminarea coloanelor necorespunzătoare rămîn, în cazul de față, numai patru coloane cu soluții pozitive și mai mici ca cinci.

Alegerea soluției care să ne conducă la relația căutată, o facem în baza lucrării anterioare [2] în care am arătat că soluția corespunzătoare fenomenului fizic este cea care prezintă valorile cele mai mici pentru exponenți. Aceste valori corespund parametrilor :

$$x = 1 \qquad y = 2 \qquad z = 1 \tag{16}$$

Pe coloana respectivă sînt date soluțiile căutate. Aceste soluții ne conduc la relația fizic valabilă. Ele sînt confirmate și de faptul că pot fi selecționate și din celelalte tablouri care se formează, în același mod, pornind de la altă distribuție a parametrilor x, y și z, deoarece ecuațiile suplimentare au fost introduse arbitrar (aceste ecuații rezultă prin alegerea soluțiilor particulare la rezolvarea sistemului diofantian).

Soluțiile obținute introduse în (8) ne dau :

$$Pu^2 = H^2 \gamma g Q \tag{17}$$

sau ținînd seama de relația cunoscută $u = \pi D \frac{n}{60}$ putem scrie :

$$P = k \frac{H^2 \gamma g Q}{n^2 D^2} \tag{18}$$

care ne dă puterea teoretică a unei turbine hidraulice în funcție de parametrii de bază ai căderii și de parametrii principali ai rotorului.

Valabilitatea relației (18) este confirmată de faptul că poate fi obținută și analitic prin împărțirea relației (2) cu patratul relației cunoscute din teoria mașinilor hidraulice $\pi D \frac{n}{60} = k_n \sqrt{2g H}$. Utilizarea formulei (18) poate fi făcută numai împreună cu una din relațiile (2) și cea de mai sus, în cadrul unui sistem de ecuații. Pentru utilizarea ei mai este necesar să se cunoască valoarea factorului constant k; în [2] se arată că valoarea acestui factor se obține din prelucrarea datelor obținute la măsurătorile experimentale deoarece nu poate fi stabilită prin analiza dimensională.

6. Relația (18) este fructuoasă pentru teoria mașinilor hidraulice, deoarece din ea pot fi obținute și alte relații ; astfel, dacă înlocuim puterea P dată de (2), obținem imediat :

$$n'_1 = \frac{nD}{\sqrt{H}} \tag{19}$$

adică turația dublă unitară.

De asemenea, din (18) putem stabili relația turației specifice (rapiditatea) ; acest calcul, fiind mai laborios, ne propunem să-l prezentăm în alt articol.

Bibliografie

[1] *Pavel Dorin* : Mașini hidraulice Vol. I. Editura Energetică de Stat, București 1954.

[2] *Staicu I. C.* : Analiza dimensională. Stabilirea relațiilor monome și omogene. Studii și cercetări de Fizică, tom. V, nr. 3—4, iulie — decembrie 1954, pag. 237—248.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЯДА СООТНОШЕНИЙ В ТЕОРИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МАШИН РАЗМЕРНЫМ АНАЛИЗОМ

Размерный анализ используется для определения весьма важных соотношений в теории гидравлических машин. Для их осуществления использован ряд новейших достижений, благодаря которым размерный анализ стал общепринятым методом.

BESTIMMUNG MITELS DER DIMENSIONNELLEN ANALYSE VON EINIGEN BEZIEHUNGEN AUS DER HYDRAULISCHEN MASCHINENLEHRE

Die dimensionnelle Analyse dient zur Bestimmung einiger bedeutenden Beziehungen aus dem Bereich der hydraulischen Maschinenlehre für deren Erzielung neue Ergebnisse verwendet wurden. Dadurch stellt die dimensionelle Analyse ein allgemein gültiges Verfahren dar.

Resursele energetice ale Jugoslaviei şi utilizarea lor

In anii după eliberare, în Jugoslavia au fost întreprinse lucrări de studii pentru inventarierea resurselor energetice disponibile de pe teritoriul ţării. Acestea se referă la resursele hidraulice şi la combustibili.

După datele de care se dispune pînă în prezent potenţialul energetic al Jugoslaviei se cifrează la cca 36 miliarde tone cărbuni convenţional. Din acestea 70% revine resurselor hidroenergetice, 23% cărbune de toate categoriile şi 1% păcură şi gaze.

In cele ce urmează se dau indicii cantitativi şi calitativi ai resurselor energetice jugoslave.

1. Resursele hidroenergetice

Teritoriul R.P.F.J. se bucură de condiţii hidrologice şi topografice favorabile dezvoltării hidroenergetice. Astfel din suprafaţa totală de 256.850 km², cca 40% primeşte în cursul unui an în medie peste 1000 mm precipitaţii, pe 30% din teritoriu precipitaţiile sînt peste 2000 mm/an, iar în regiunea Munţilor Dinarici, învecinaţi cu Marea Adriatică, valoarea precipitaţiilor medii anuale ajunge la 5000 mm. Pentru comparaţie menţionăm că la staţiunea Omul din Bucegi la cota 2500 mdMN, înălţimea stratului precipitaţiilor căzute în cursul unui an mediu nu depăşeşte 1500 mm. Urmărirea regimului precipitaţiilor se face cu ajutorul a aproximativ 1500 staţiuni pluviometrice; deci o staţiune la 170 km². Numărul staţiunilor hidrometrice (mire şi limnigrafe) la finele anului 1950 era de 820, ceea ce revine una la 13 km lungime de rîu. Lipsesc staţiuni hidrologice complexe pentru a stabili relaţii genetice între factorii condiţionali ai stocului.

Un studiu sistematic al resurselor hidroenergetice s-a efectuat abia în perioada 1949—1954 de către Institutul de Hidrotehnică de pe lîngă Academia R.P.F.J. pe baza metodologiei prelucrate de diverşi autori. Este interesant de menţionat clasificarea şi metodologia utilizată în acest scop.

Potenţialul hidroenergetic a fost clasificat în următoarele categorii:

a) Potenţialul brut sau teoretic, adică energia cursurilor de apă şi energia debitului scurs pe versanţi sub formă de pîrîiaşe (după terminologia noastră — energia bazinului de recepţie). Acest potenţial brut se cifrează la 23,5 mil kW adică la cca 212.10^9 kWh/an.

b) Potenţialul net care se subdivide în trei categorii:

— limita superioară care se obţine prin utilizarea întregului debit de cca 89.10^9 kWh/an;

— potenţialul corespunzător debitului mediu cca 63.10^9 kWh/an;

— potenţialul economic amenajabil cca 16,5 mil kW sau $66,5.10^9$ kWh/an;

Tabela 1

Potenţialul hidroenergetic net al principalelor cursuri de apă Jugoslave
(După datele Inst. Hidrot. Ing. Cerni)

Nr. coresp. fig. 1	Cursul de apă	Potenţial net		In exploatare şi construcţie			Proiecte (1955)			Energia specifică
		MW	GWh	MW	GWh	%	MW	GWh	%	MWh/km²
1	Dunărea*)	1450	6700	—	—	—	1200	6200	93	—
2	Drava	1400	6200	220	1352	22	517	2455	40	510
3	Sava	820	4000	41	182	5	370	1514	38	340
4	Cupa	600	2000	53	216	11	—	—	—	204
5	Una	540	2000	6	30	2	60	239	12	208
6	Vrbas	550	2200	84	457	21	432	1231	56	407
7	Bosna	970	3300	8	38	1	—	—	—	315
8	Drina	2500	11900	95	427	4	854	3380	29	603
9	Morava şi Timoc .	1600	4900	78	183	4	48	136	3	112
10	Isonzo şi Istra . .	800	2400	54	375	15	548	1789	75	417
11	Velebitkarst . . .	460	1900	102	303	16	283	1465	77	870
12	Cetina	750	3900	102	490	13	567	2080	53	670
13	Neretva, Trebişniţa	1930	6900	148	722	10	1714	5703	83	650
14	Zeta	510	2200	13	60	3	220	1000	45	295
15	Drim	450	1900	3	13	1	105	511	27	260
16	Vardar	1220	4100	158	369	9	255	1292	32	180
	Total R.P.F.J.	16500	66500	1165	5217	8	5973	22795	34	260

* Numai partea Jugoslavă

Pentru determinarea potențialului brut al unui bazin s-a utilizat formula însemnării după elementele de suprafață ΔS, a produsului precipitații– altitudine (h.H) adică :

$$E_b = \frac{(h.H)\,\Delta S}{367} \text{ kWh}$$

Pentru cursurile de apă s-a mai utilizat formula cunoscută a puterii $N = 9{,}81\ QH$ (kW)

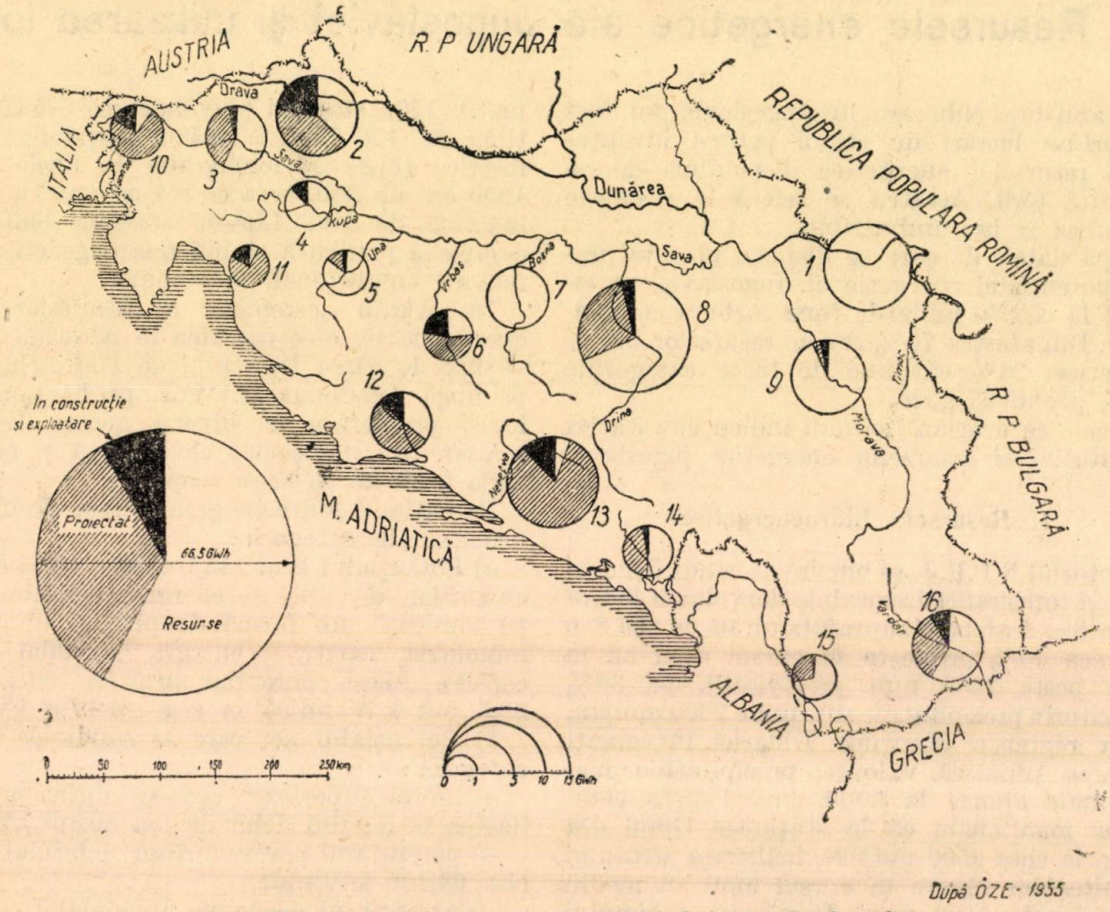
Rezultatele obținute prin aplicarea celor două formule sînt apropiate.

Din cele de mai sus rezultă că Jugoslavia dispune de un important potențial hidroenergetic. Energia specifică utilizabilă atinge valori de $775 \frac{\text{MWh}}{\text{km}^2}$ în bazinul Drinei și $1030 \frac{\text{MWh}}{\text{km}^3}$ în bazinul r. Trebișnița.

In tabela 1 și în fig. 1 se dau valorile potențialului hidroenergetic disponibil, amenajat sau în construcție și date de proiect pe principalele cursuri de apă.

Din tabelă rezultă că maximul de concentrare al potențialului se găsește în bazinele Drina, Drava, Sava, Neretva, Trebișnița, precum și pe Dunăre în zona cataractelor.

Calitativ, resursele hidroenergetice ale Jugoslaviei se caracterizează printr-un regim mai favorabil decît în bazinele carpatine, avînd un grad mai mare de regularizare naturală și coeficienți de variație ai debitului mai mici.



După ÖZE · 1955

Fig. 1. Potențialul hidroenergetic și centralele hidroelectrice Jugoslave.

Trebuie remarcat faptul că hidrografele rîurilor de pe teritoriul jugoslav prezintă debite maxime în perioade diferite ale anului.

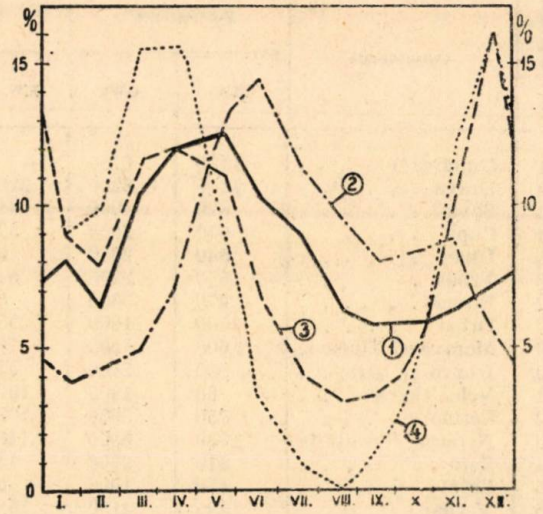


Fig. 2. 1 — Dunărea ; 2 — Drava ; 3 — Cetina ; 4 — Trebișnița.

In fig. 2 se dau hidrografele unor cursuri de apă caracteristice de pe teritoriul jugoslav.

UHE CU PUTERI PESTE *15* MW *Tabela 2*

În exploatare sau construcţie

U.H.E.	Riul	Căderea (m)	Debit instalat (m^3/s)	Puterea instalată (MW)	Producţia medie de energie (GWh	Observaţii
Dravagrad	Drava	9	384	22	158	
Vuşeniţa	„	14	411	49	282	
Vuhred	„	17	411	60	370	în constr.
Fala	„	15	357	32	220	
Maribor	„	15	411	54	325	
Most	Sava	68	28	15	57	
Medvode	„	19	115	18	95	
Doblar	Isonzo	46	93	34	230	
Plave	„	29	90	20	145	
Vinodal	Licanka	660	15	84	183	V_{lac} = 32 mil m^3
Manoilovaţ	Krka	106	24	18	120	
Peruţa	Cetina	57	210	40	161	în constr. V_{lac}=495 mil m^3
Tito	„	109	74	62	406	
Jablaniţa	Neretva	111	176	144	714	în constr. V_{lac}=300 mil m^3
Gojak	Kupa	135	50	48	191	
Jaice I	Vrbas	98	55	48	233	
Jaice II	„	49	76	30	197	
Zvornik	Drina	20	540	84	410	în constr. V_{lac}=23 mil m^3
Vrla I	Morava	343	16	40	51	V_{lac} = 107 mil m^3
Vrla II	„	158	16	20	34	
Mavrova	Vardar	575	32	150	330	în constr. V_{lac}=288 mil m^3

Debitele medii lunare sînt exprimate în procente din debitul anual.

Cursurile de apă dalmatine ca Cetina şi Trebişniţa au maxime în timpul iernii, în lunile decembrie şi martie—aprilie, iar minimele foarte accentuate se observă în luna august—septembrie.

La hidrograful de tip alpin cum este al Dravei, maximele apar vara în iunie—iulie şi parţial în septembrie.

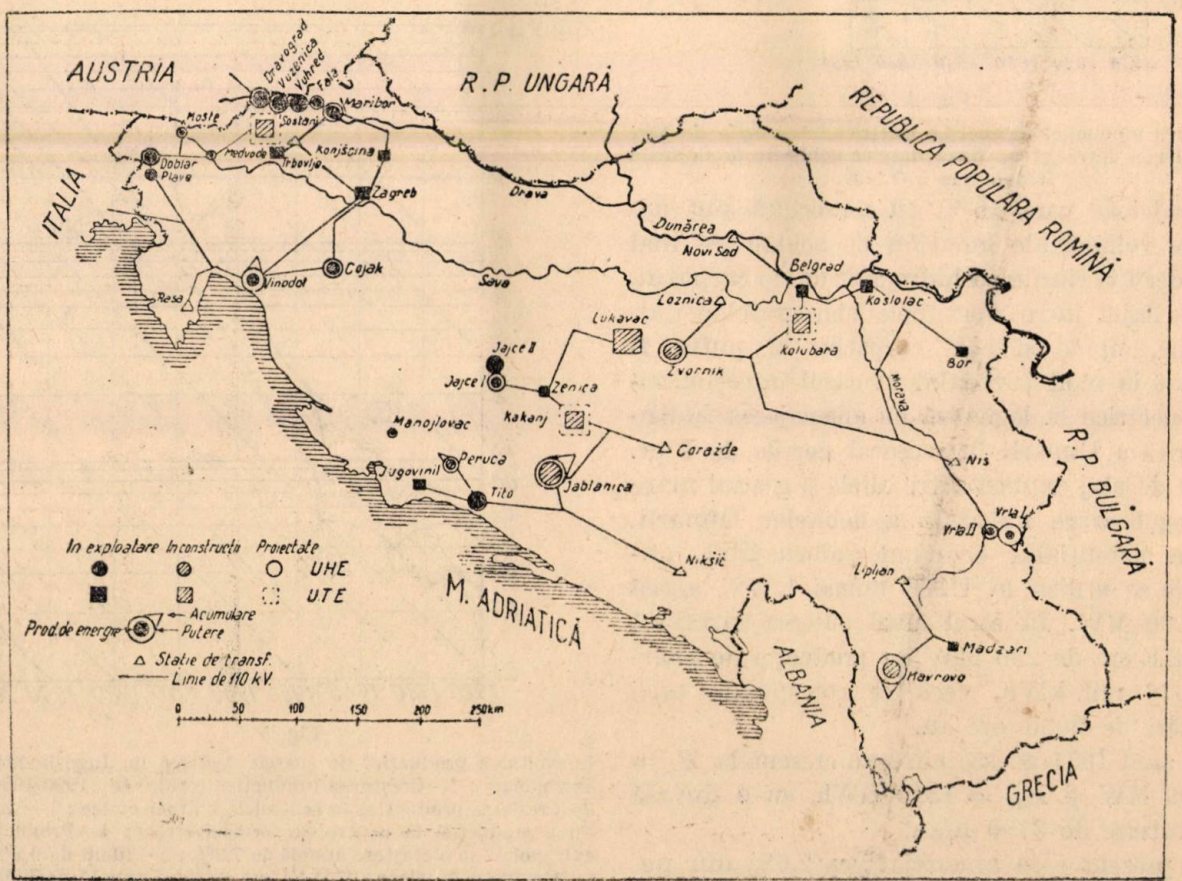


Fig. 3. Instalaţii energetice şi reţeaua electrică.

Această dispersiune a maximelor hidrografelor este favorabilă din punct de vedere energetic, deoarece se realizează o compensare naturală a debitelor.

Pentru ilustrarea celor de mai sus se arată că din energia hidraulică ce se poate amenaja economic, lunilor de iarnă le revine 54% iar

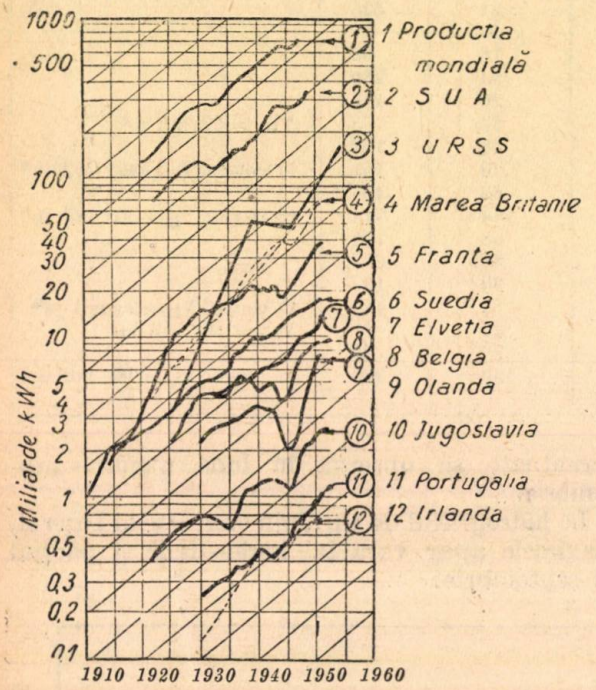


Fig. 4

Creşterea producţiei de energie electrică într-o serie de ţări şi în lumea întreagă pe baza datelor publicate de Comisia Economică a O.N.U.

perioadei de vară 46%. In consecinţă sînt necesare volume ale lacurilor de acumulare mai mici decît la rîurile cu hidrografe de tip carpatin.

Decalajul între maximele hidrografelor dalmatine, alpine şi cele carpatine ar putea fi utilizat în mod favorabil în cazul interconexiunii electrice în legătură cu amenajarea hidroelectrică a Dunării în sectorul Porţile de Fier. Acest decalaj explică între altele şi gradul mare de regularizare naturală a debitelor Dunării.

Din potenţialul economic amenajabil, antebelic se utiliza în UHE numai 1,17% adică cca 230 MW. In anul 1946 puterea instalată în UHE era de 236 MW iar producţia de energie 478 mil. kWh, ceea ce corespunde unei utilizări de 2030 ore/an.

In anul 1954 aceste cifre au crescut la P_i = = 489 MW şi E_{an} = 1810 GWh, cu o durată de utilizare de 3700 h/an.

In prezent este amenajat cca 2,6% din potenţialul net. Se observă că în perioada 1946—1954 îi corespunde o creştere de putere în UHE de 103% iar creşterea producţiei de energie hidroelectrică este 289%. Creşterea mare a energiei produse în raport cu creşterea puterii instalate se datoreşte unei exploatări mai raţionale a centralelor din sistem prin compensare hidroelectrică şi interconexiune electrică.

In tabela 3 se dă creşterea producţiei de energie în UHE şi CTE jugoslave în intervalul 1946—1954.

In timp ce în Europa în medie ponderea energiei produse în UHE reprezintă cca 32%, în Jugoslavia această cotă a fost în 1954 de 52,5%.

Din puterea instalată antebelic cca 6,7% revenea UHE Gubovița şi Fala, restul fiind repartizat în 166 UHE mici.

Incepînd din 1950 s-au construit UHE cu o putere instalată de cca 260 MW. Gradul de amenajare cel mai avansat este în regiunea Alpilor. Pe Drava şi Sava superioară amenajările au un caracter complex. In tabela 2 se dau caracteristicile UHE jugoslave mai importante în exploatare sau în fază avansată a construcţiilor (după datele 1955).

In fig. 4 şi 5 se arată dinamica producţiei de energie în diverse ţări şi în Jugoslavia.

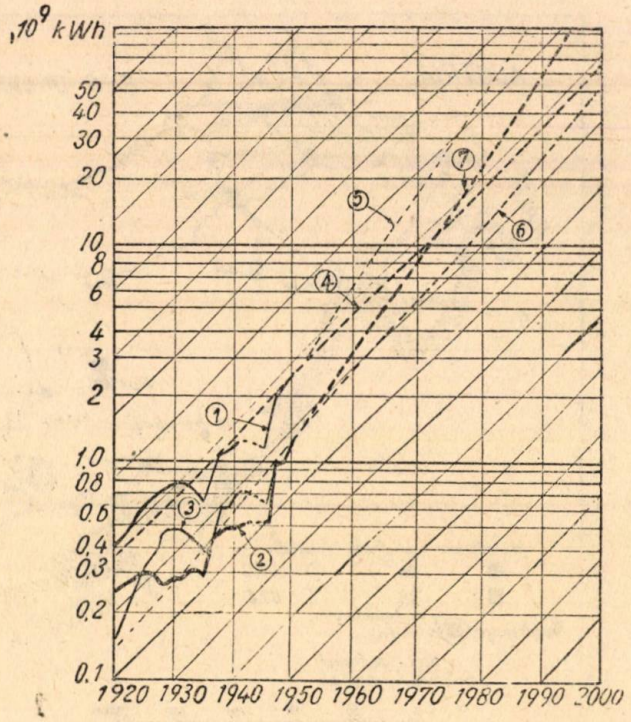


Fig. 5

Dezvoltarea producţiei de energie electrică în Jugoslavia cu extrapolare : 1—Creşterea producţiei totale în 1920-1950 ; 2—Creşterea producţiei în centralele hidroelectrice ; 3—Creşterea producţiei în centralele termoelectrice ; 4—Producţia extrapolată la o creştere anuală de 7,2% ; 5—Idem de 9,2% ; 6—Producţia în viitor a C.H.E. la o creştere anuală de 7,2% ; 7—Creşterea anuală a producţiei în centralele hidroelectrice cu 9,2%

In viitor se prevede construirea a cinci mari UHE a căror producție energetică va fi folosită în parte pentru export. Astfel sînt UHE Cetina cu o putere instalată de 530 MW, UHE Lica-Gațca cu 242 MW, UHE Idrița cu 112 MW și UHE Trebișnița prevăzută cu șase grupuri a 113,5 MW.

In prezent este în construcție uzina hidroelectrică Perucița pe rîul Zeta cu o putere totală de 530 MW. In anul 1957 va fi dată în exploatare cu o putere parțială de 100 MW. De asemenea se prevede intrarea în funcțiune în anul 1963 a UHE subterane Seni cu o putere de 270 MW.

Durata de utilizare la aceste centrale este cuprinsă între 2740 ore pe an la UHE Trebișnița și 4250 ore/an la UHE Cetina. Cea mai mare parte a energiei va fi furnizată în lunile de iarnă.

Utilizarea complexă a debitului are loc în legătură cu irigațiile și alimentările cu apă industrială. Aparatajul UHE este jugoslav și străin. La uzinele Maribor aparatajul provine de la Hidromontaj și la Jablonița de la Litostroi.

Tabela 3

Producția de energie în Jugoslavia

Anul	Producția în GWh		
	hidraulic	termic	total
1939	500	600	1100
1946	470	674	1144
1948	889	1018	2007
1949	1030	1156	2186
1950	1170	1229	2405
1951	1413	1137	2550
1952	1426	1274	2700
1953	1500	1482	2982

2. Resursele termoenergetice

Extracția de cărbune, păcură și gaze în intervalul 1939—1954 și perspectiva anului 1963 se ilustrează în tabela următoare :

Tabela 4

Extracția de combustibil în mii tone cărbune convențional

Combustibil	1939	1950	1953	1954	1963
Cărbune	4130	6748	5869	6872	11.669
Păcură	2	159	246	309	1.071
Gaze	3	16	84	103	860
Total	4135	6923	6199	7284	13.580

Regiunile mai bogate în rezerve de cărbune sînt Timoc și coasta răsăriteană a peninsulei Istria. Acestea conțin în cea mai mare parte rezerve de cărbune brun. In anul 1963 se prevede o extracție de cărbune de 26,6 mil. tone care constau din 1,2 mil tone antracit, 10 mil. tone cărbune brun și aprox. 15,4 mil tone lignit.

Din cărbunele extras în 1954 cca 57 %provine de la 12 mine mari iar restul de la 66 mine mici.

Extracția de păcură a crescut de la 29 mii tone în 1946 la 216 mii tone în 1954. Consumul Jugoslaviei de combustibil lichid se acoperă în raportul 1/3 din rezervele proprii.

Inainte de război din 550 termocentrale numai 3 (în Belgrad, Trebovli și Zagreb) au avut puterea instalată de 20 MW fiecare.

In ultimii 8 ani s-au construit 46 de noi centrale termoelectrice cu puterea instalată de 379 MW. Parametrii centralelor termoelectrice existente sau în construcție se dau în tabela 5 :

Tabela 5

Centrale termoelectrice peste 15 MW

Centrala	Puterea nw	Presiunea at	Temperatura °C	Observații
Trebovli	36	40	425	
Sostani	64	105	530	în constr.
Zagreb	33	16/19	350—400	
Koniscina	15	40	450	
Jugovinil	19	40	450—400	
Zenița	21	22	400	
Kakhup	64(192)	84	530	în constr.
Lukavaț	128	84	530	în constr.
Beograd	33	35	400—425	
Kolubara	64(192)	84	530	în constr.
Kostolaț	32	42	425	
Bor	16	19/22	400—310	
Madzari	16	36	450	

Se observă că centralele mai vechi au parametrii scăzuti deci randamente slabe. Centralele mai noi au presiuni de 64 ata și temperaturi de 530° și lucrează pe cărbuni inferiori.

Apariția uzinelor hidroelectrice cu acumulări importante va îmbunătăți în mod simțitor exploatarea centralelor termoelectrice permițînd o funcționare după un grafic aplatizat.

Distribuția teritorială și a principalelor centrale electrice de pe teritoriul jugoslav se dă în fig. 3 [1].

3. Linii electrice și consumuri de energie

Pînă în anul 1945 au existat numai linii de 35—80 kV și sporadic 110 kV.

Ulterior s-a standardizat tensiunea de 110 kV și s-au construit o serie de linii cu simplu circuit. O parte din liniile de 110 kV în prezent lucrează în tensiunea provizorie de 60 kV. Astfel în 1935 lungimea totală a liniilor de înaltă tensiune atingea 2000 km iar după intrarea uzinelor amintite mai sus în funcțiune, această lungime va depăși 3000 km.

In vederea exportului și a unificării rețelei prin linii de înaltă tensiune se prevede construirea de linii de 220 și 380 kV.

Ca materiale utilizate sînt cuprul şi oţel— aluminiu în egală măsură.

Exportul de energie în Austria şi Italia atinge 400 mil kWh, care se vor furniza în special iarna. Se prevede creşterea de zece ori a acestui export de energie în anul 1970.

Tabela 6

Producţia GWh	Slovenia	Croaţia	Bosnia	Serbia	Munte-Negru	Macedonia	Toată Jugoslavia
Hidraulic	808	404	130	27	7	40	1412
Termic	209	217	155	686	7	34	1288
Total	1017	621	285	693	10	74	2700
Consum GWh	781	885	275	675	10	74	2700
Mil. locuitori	1,45	4,0	3,0	6,02	0,45	1,4	16,5

In ceea ce priveşte repartiţia consumului de energie pe teritoriul R.P.F.J., după datele anului 1952, situaţia este arătată în tabela 6.

Din producţia totală industria consumă cca 67%.

Din cele de mai sus se constată progresul însemnat realizat de R.P.F. Jugoslavia în domeniul energetic, şi perspectivele mari care se întrevăd..

Bibliografie

1. *Dr. Rudolf Partl.* Jugoslawiens Energiepotential und seine Ausnützung. OZE Martie 1955
2. * * * Electricestvo, nr. 8 — 1955
3. * * * Electricestvo nr. 4 — 1956
4. * * * Energetiski izvori Yugoslavie Belgrad 1956.

Ing. cand. şt. tehnice
M. Podani

CĂRŢI NOI

Incepînd cu acest număr al revistei „ENERGETICA" se vor prezenta în rubrica de faţă cîteva titluri de cărţi noi din domeniul energetic intrate în bibliotecile din ţară.

Pentru a se uşura munca de documentare a cititorilor revistei, cărţile vor fi clasate pe specialităţi. De asemenea pentru a se obţine cartea cu uşurinţă se indică şi biblioteca şi cota sub care figurează cartea respectivă.

Regretăm că din cauza spaţiului redus şi al numărului relativ mare de cărţi, nu se poate prezenta în rubrica de faţă şi o scurtă recenzie a lucrărilor prezentate.

Prezentarea se face numai pentru cărţi, deoarece recenzarea articolelor mai importante din periodicele de specialitate, se face în cadrul rubricelor: „Energetica peste hotare" şi „Documentare" din cadrul revistei noastre.

Energetica generală

338.062.219 : 662.99

Semenenko N. A. Utilizarea resurselor energetice secundare din industrie. (Ispolzovanie vtoricinîh energoresursov promîşlenosti). Moscova—Leningrad, Gosenergoizdat, 1955, 224 p. div. figuri 230 × 160 I.D.T., B—29015.

621.311.28 : 634.98

Ghinzburg Z. B. Centrale electrice mobile. (Peredvijnîe elektrostanţii). Moscova—Leningrad, Goslesbumizdat 1955, 256 p. 100 fig 220 × 140 I.D.T. B—29182.

621.174

Demin A. V., Eliseev N. N. Kreinin G. V. ş. a, : Instalaţia de forţă LPU-1 cu cazan de abur (Parosilovaia ustanovka LPU-1), Moscova, Selhozghiz, 1955, 248 p. 94fig. 200×130 I.D.T. A—12984.

621.311 : 338.062.219.3

Greif. L. Energia electrică în economia naţională. (Producţie şi utilizări). Electroenerghiia v narodnom hoziaistve. (Proizvodstvo i potreblenie). Moscova Goskultprosfetizdat, 1955 68 p. 29 fig. 225 × 145 I.D.T. B—28289.

Termoenergetica

621.165

Ambroz Bem, Budlovsky, Malek, Zajic : Turbine cu abur I. Teorie şi calcul (Parni turbiny I. Teorie a vypocet). Praga, SNTL 1955, 500 p. 357 fig. 240 × 170, I.D.T. B—29317.

621.182 : 662.933 : 662.667

OV. E. I. Experienţa de exploatare a cazanelor care lucrează cu mărunt de antracit. (Opît ekspluataţii kotlov rabotaiuşcih na antraţi tovom ştîbe). Moscova—Leningrad. Gosenergoizdat 1954, 119 p. 82 fig. 200 × 130 I.D.T. A-14418.

697.1

Sokolov E. I., Gromov N. K. şi *Safonov A. P.* Exploatarea reţelelor termice (Ekspluataţia teplovîh setei). Moscova-Leningrad, Gosenergoizdat 1956, 352 p. 230 × 160 I.D.T. B-29261.

621.182. 27

Ketnath A. Măsurătorile termotehnice în centralele cu abur şi întreprinderile industriale. (Das wärmetechnische Messwesen in Dampfkraftwerken und Industriebetrieben). Berlin-Göttingen-Heidelberg, Springer, 1954 222 p. cu fig. 235 × 160 I.D.T. B-21937.

Electroenergetica

621.3. 027, 3.7.

Babikov M. A., Komarov N. S. şi *Sergheev A. S.*: Tehnica tensiunilor înalte. (Tehnika vîsokih napreajenii). Ediţia a 2-a, Moscova-Leningrad, Gosenergoidat, 1955, 288 p. 483 fig. 270 × 210 I.D.T. C-11910.

621.316.1 : 621.316.9 : 63

Ghessen V. I. Regimurile de avarii şi protecţia împotriva lor în reţele electrice agricole. (Avariinîe rejimî i zaşcita ot nih v elektriceskih seteah selscohozeaistvennogo naznaceniia). Moscova -Leningrad, Selhozghiz 1955, 366 p. 122 fig. 205×135 I.D.T. B—29269.

621.316.268 : 621.311.2 :621.7

Triska, Jicha, Grof Proiectarea centralelor electrice şi a staţiilor de transformare industriale. I. Principii de proiectare şi deranjamentele ivite. (Navrhovani prumysloycvh transformoven a elektraren I. Zaklady projektovani a poruchove stavy (Praga SNTL, 1955, 416 p. 368 fig 240 × 180 I.D.T.B-29345

621.311.2 : 621.316.26

Baptidonov, L. N. şi *Tarasov V. I.* Echipamentul electric al centralelor şi staţiilor electrice (Vol. I). Bucureşti Editura energetică de stat, 1955, 458 p. 291 fig. 240 × 170 I.D.T. B—25705 621.315.1.056.

List V. şi *Pochop K.* Mecanica liniilor aeriene. (Mechanik (venkovnich vedeni). Praga SNTL, 1955, 464 p. 568 f.g. 240 × 175 I.D.T. B-29319.

Hidroenergetica

621.313.001.4 : 63

Press H. Baraje şi centrale hidroelectrice. Partea III Centrale hidroelectrice. (Stauanlagen und Wasserkraftwerke. III. Teil : Wasserkraftwerke). Berlin, Wilhelm Ernst & Sohn, VIII+340 p. 356 fig. 245 × 175, I.D.T. B—32064.

621.311.21 : 63

Potapov V. M. Regimul de iarnă al hidrocentralelor electrice de derivaţie săteşti. (Ledovii regim derivaţionnîh selskîh ghidroelektrostanţii), Moscova, Gosenergoizdat, 1955, 175 p. 59 fig. 200 × 120 I.D.T. A—13140

Energetica generală

Colaborare energetică între Cehoslovacia şi Austria
K e l a r, J. ÖeZ. E. an 9 (1956) nr. 6 pag 262—267

Cehoslovacia şi Austria sînt două ţări de structură energetică diferite. Astfel, raportul între energia produsă în centrale termoelectrice şi în centrale hidroelectrice este de 9 :1 în Cehoslovacia şi de 3 :7 în Austria. Rîurile din Cehoslovacia au debite mari în perioada martie — aprilie şi în luna noiembrie, în timp ce rîurile din Austria, avînd caracter alpin, au debite mari în perioada aprilie — septembrie.

Ambele ţări dispun de reţele desvoltate şi au consumuri de energie care depăşesc media. Acest fapt este ilustrat de următoarele cifre :

	C.S.R.	Austria
Consum total de energie pe cap de locuitor în anul 1952 (kWh/om)	29 000	12 700
Consum total de energie electrică pe cap de locuitor în anul 1954 (kWh/om) . .	1 050	1 238
Creşterea medie a consumului de energie electrică, în perioada 1949 — 1954 (%)	10,5	11,0
Consumul total de energie electrică în anul 1954 (GWh)	13 600	8 627

Toate aceste considerente au condus la un acord între Cehoslovacia şi Austria privind schimbul de energie electrică. Pe baza acestui acord Austria urmează să-i livreze Cehoslovaciei energie excedentară hidroelectrică în timpul verii, primind în schimb din Cehoslovacia energie de bază în timpul iernii. Acordul aduce ambelor ţări avantaje importante şi anume :

a) Se ştie că diferenţa dintre vîrfurile de iarnă şi de vară scade mereu. Acest fapt impune o lungire a perioadei de reparaţii generale. Prin interconectarea reţelelor celor două ţări este posibil ca această perioadă să fie extinsă pentru reparaţia centralelor termoelectrice pentru lunile în care debitele rîurilor sînt mari, respectiv pentru intervalul martie — septembrie.

b) Producţia globală de energie a Cehoslovaciei şi Austriei poate fi repartizată mai bine realizîndu-se o echilibrare a sarcinii celor două reţele.

c) Se poate realiza o simţitoare scădere a investiţiilor prin instalarea unor puteri mai mari în centralele hidroelectrice de vîrf din Austria şi prin alegerea unor unităţi de 100 — 200 MW în centralele termoelectrice cehoslovace. In felul acesta se compensează pierderile sporite în reţelele interconectate, datorită distanţelor mai mari de transport.

d) Se reduce consumul total de combustibil, prin economii în Cehoslovacia în timpul verii şi în Austria în timpul iernii.

e) Prin încheierea acordului se va putea trece mai repede la amenajarea hidroelectrică a Dunării în Austria şi a unor mari centrale termoelectrice în Cehoslovacia.

Pentru realizarea schimbului de energie între cele două ţări, soluţia tehnico-economică cea mai avantajoasă constă în interconectarea celor două reţele şi în funcţionarea în paralel a sistemelor energetice ale celor două ţări. In felul acesta se asigură o intervenţie rapidă în caz de avarie şi se reduce la minimum puterea de rezervă necesară. Acest fel de interconectare va pune probleme complicate, cum ar fi menţinerea frecvenţei, reglarea schimbului de putere, menţinerea tensiunii, etc. Pentru prima fază a colaborării se prevede o linie cu dublu circuit de 2 × 3 × 350 OlAl, care va lega cele două sisteme energetice avînd capacitatea maximă de transport de 300 MW, la o tensiune de 220 kV. E. 282

i.f.

Pregătirea profesională în electrotehnică şi energetică
Bul. ASE, vol 47 (1956) nr. 15

Asociaţia electrotehnicienilor elveţieni a organizat în aprilie a.c, o consfătuire cu privire la problemele pregătirii profesionale şi a recrutării personalului tehnic necesar industriei, în special din sectorul electrotehnic şi energetic. La consfătuire au participat oameni cu funcţiuni de răspundere din marile industrii electrotehnice din Elveţia, Franţa şi Germania (R.F.G.). Cele 7 rapoarte publicate în Buletinul asociaţiei conţin indicaţii valoroase asupra situaţiei şi problemelor şcolilor tehnice de nivel mediu şi înalt precum şi a cerinţelor industriei particulare şi de stat din sectorul producţiei de echipament energetic şi de energie.

Participanţii au căzut unanim de acord asupra necesităţii de a : 1. organiza pregătirea profesională pe baze teoretice largi, fără o pronunţată specializare unilaterală prematură, şi 2. spori capacitatea institutelor de pregătire de ingineri şi tehnicieni, în vederea măririi numărului anual de absolvenţi E. 283

v.b.

Ce prestează electrificarea pentru agricultură R u n k l e, K. H., General Electric Revue, 7, 58 (1955) nr. 5 pag. 28—32

La începutul secolului, 40 % din populaţia S.U.A. era ocupată în agricultură, fiecărui agricultor revenindu-i de hrănit alţi 7 oameni. Astăzi au rămas numai 5 % din populaţie în sectorul agricol şi fiecare din cei 8,5 milioane oameni are de hrănit 18 alţii. Aceasta este posibil numai prin tehnicizarea avansată care se ilustrează prin următoarele date :

anul	tractoare mii bucăţi	anul	consum de energie electrică în mediu rural în tWh
1913	14	1945	5,8
1955	4 500	1954	20,0
		1970	70,0 (extrapolat)

E. 284 *v. b.*

Uşurarea schimburilor de energie electrică interstatale
B.W.K. vol. 8 (1956) nr. 8 pag 417

La cererea U.C.P.T.E. (Uniunea pentru coordonarea producţiei şi transportului energiei electrice) căreia îi aparţin reprezentanţi ai întreprinderilor producătoare de energie electrică, interconectate şi interesate la schimbul de energie, precum şi delegaţi ai guvernelor ţărilor afiliate din vestul Europei, consiliul O.E.C.E. a aprobat de la 1.7.1956 înainte uşurarea schimburilor de energie electrică, extinzînd scutirea de aprobare a transferului de devize şi pentru livrări pe o durată de 6 luni. Pînă acum livrările interstatale de energie erau dispensate de aprobare numai în caz că era vorba de livrări ocazionale de energie hidroelectrică reziduală (din surplus de apă) sau în caz de avarii, limitele fiind de 45 zile. Ţările O.E.C.E. în care sînt valabile noile prevederi sînt : Austria, Belgia, Elveţia, Franţa, Italia, Luxemburg, Olanda R.F.G. E. 285

v. b.

Institutul pentru dreptul energetic la universitatea din Bonn BWK an 8 (1956) nr. 7 pag. 370

Institutul de drept energetic deschis în cadrul universităţii din Bonn în semestrul de vară 1956 se ocupă cu toate problemele juridice puse de producţia, transportul, distribuţia, furnizarea şi utilizarea diferitelor feluri de energie, după dreptul german, cele străine şi cel internaţional. Se acordă atenţie deosebită dreptului energiei atomice. Prin conferinţe şi colocvii se va menţine contactul cu activitatea practică. De altfel aparţine domeniului de activitate al institutului şi elaborarea de avize şi expertize juridice. E E. E. 286

v.b.

Oficiul elveţian al electroenergeticii pe *1955* Red. Bulletin A.S.E. t. 47 (1956) nr. 10 pag. 466

Din darea de seamă pe 1955 a Consiliului Federal se menţionează următoarele date privind activitatea oficiului. Alimentarea cu energie electrică în timpul iernii rămîne precară, întrucît din 1950, mărirea producţiei nu ţine pasul cu sporul consumului. Deficitul din anii cu hidraulicitate subunitară nu se poate compensa decît prin import. In decembrie 1955 importurile au atins 14 % din consumul total, fără a putea înlătura situaţia critică. Consumul de energie electrică, în afară de livrările facultative către cazane elec-

trice şi de cele pentru pompaj în lacuri de acumulare, au crescut în anul hidrografic 1954/55 cu 890 GWh, adică 7,2 % (în anul precedent 710 GWh, 6,2 %) în total 13074 GWh, din care 49,3 % au fost consumate iarna şi 50,7 vara. Consumului casnic şi meşteşugăresc i-au revenit 45 %, industriei 44,3 % şi căilor ferate 10,7 %. Producţia totală de energie s-a ridicat la 15 448 GWh, faţă de 13 180 GWh în anul precedent. Schimburile cu străinătatea s-au soldat cu un excedent de export de 119 GWh pe semestrul de iarnă şi de 1 265 GWh pentru cel de vară. Din totalul producţiei de energie au fost exportate în procente :

1930/31	1940/41	1950/51	1954/55
20	19,8	5,7	9,0

E 287 *v.b.*

Baterii solare pentru alimentarea cu energie a reţelelor telefonice, Technische Rundschau, an 47 (1956) nr. 50, pag. 7, după ETZ—B an 8 (1956) nr. 5.

In oraşul Americana din Georgia (sudul S.U.A.) s-a încercat alimentarea unei reţele telefonice cu elemente fotoelectrice, pentru a o face independentă de orice altă sursă de energie. Instalaţia de alimentare se compune din 432 elemente fotoelectrice cu siliciu, capsulate etanş şi montate pe stîlpi. Lumina solară produce în aceste elemente curentul electric care alimentează reţeaua. Se încarcă concomitent acumulatoare, care preiau sarcina alimentării de noapte şi pe timpul cît cerul este acoperit.

Referentul german sugerează să se încerce în cazul cînd instalaţia dă rezultate bune, înlocuirea siliciului scump printr-un alt semiconductor. Fotoelemente cu seleniu ar livra în condiţii asemănătoare puterii comparabile. E 288

v.b.

Termoenergetica

Comparaţie între turbinele cu abur şi turbinele cu aer cald din centralele de putere mică şi medie, B a m m e r t, K. BWK vol. 8 (1956) nr. 7 pag. 323—330.

Articolul reprezintă o dezvoltare a raportului prezentat de autor la Conferinţa Mondială a Energiei, ţinută în acest an la Viena. Se arată că turbina cu aer cald în circuit închis este indicată să fie folosită în centralele termoelectrice. Această turbină poate fi folosită pe scară largă şi pentru termoficare prin încălzirea apei.

Turbina poate funcţiona şi ca turbină cu abur cu contrapresiune sau cu condensaţie şi priză. Pentru puteri mici turbina pare să fie superioară turbinei cu abur atît din punct de vedere al randamentului cît mai ales din punct de vedere al funcţionării, la sarcini parţiale şi al adaptării la funcţionare intermitentă şi sezonieră dintre iarnă şi vară.

In încheiere se arată că adoptarea turbinelor cu aer cald în centralele industriale şi orăşeneşti poate conduce la economii importante. E 289

n.p.

Stadiul actual şi perspectivele de dezvoltare ale construcţiei de cazane de abur M o h r, W. Energietechnik 6 (1956) nr. 8 pag. 341—347.

In articol se examinează situaţia construcţiei de cazane în R.D.G. după cel de al doilea război mondial.

Producţia de cazane a crescut de la circa 20 unităţi pe an în 1950, la circa 60 unităţi pe an în 1955, cu un maxim de 75 unităţi în 1954.

Debitul total al cazanelor a crescut de la circa 400 t/h în 1950, la circa 3 400 t/h în 1955. Construcţia de cazane s-a lovit totuşi de dificultăţi importante legate de lipsa unor materiale adecvate, de anumite greutăţi de fabricaţie şi de lipsa unui personal specializat.

Pe plan mondial, constructorii de cazane s-au fixat în special la două tipuri fundamentale de cazane aquatubulare şi anume : *a*) cazane cu circulaţie naturală ; *b*) cazane cu circulaţie forţată şi cu trecere forţată.

Dintre cazanele cu circulaţie naturală, cazanul cu ţevi puţin înclinate şi camere secţionale, care după război a fost dezvoltat în străinătate, inclusiv R.F.G. creindu-se unităţi pînă la presiunea de 125 atü, nu s-a dezvoltat în R.D.G. din cauza lipsei utilajelor, care sînt necesare pentru confecţionarea sa.

Pe de altă parte, utilizarea în focare a suprafeţelor de încălzire prin radiaţie cît şi construcţia rigidă a cazanului a făcut ca pentru debite mari să se prefere şi în alte ţări construcţii diferite.

Aceste considerente au impus în R.D.G. dezvoltarea cazanelor cu radiaţie cu ţevi foarte înclinate ; debitele pe unităţi au crescut de la 12,5 şi 32 t/h la 40 şi 64 t/h, realizîndu-se în special în 1955 unităţi pînă la 160 t/h.

S-a acordat atenţie în dezvoltarea unor construcţii care să prezinte facilităţi de execuţie şi exploatare şi care prin utilizarea unor materiale rezistente la presiuni şi temperaturi ridicate să fie cît mai economice.

Industria din R.D.G. a construit cazane de 84 at şi 500°C cu un debit de 160 t/h pentru cărbune brun bulgări şi de 132 at, 525°C cu un debit 240 t/h pentru acelaşi combustibil etc. Pentru nevoile celorlalte ţări de democraţie populară şi în special Polonia, Ungaria, Romînia şi China, s-au construit şi livrat cazane cu presiuni între 40—100 ata, temperaturi între 450 —500°C şi debite între 75 — 130 t/h.

S-a prevăzut să se construiască în 1956 un cazan de 185 at 565°C şi 400 t/h.

Construcţia cazanului este influenţată de tipul de ardere adoptat. Deoarece actualmente se tinde către unităţi din ce în ce mai mari, în R.D.G. ca şi în celelalte ţări, creşte proporţia focarelor în care se arde cărbune praf.

Totuşi, procedeele moderne de ardere a prafului de cărbune, cum ar fi sistemul ciclon şi sistemul cu evacuare lichidă a sgurii sînt puţin introduse.

Cazanele cu circulaţie forţată de apă, de tip La Mont, care au fost dezvoltate pe scară largă în S.U.A. unde au atins debite unitare de 500 t/h, au avut în R.D.G. o întrebuinţare limitată, şi numai pentru debite mici.

De altfel, între acest tip de cazane şi cel cu circulaţie naturală nu mai există astăzi nici o deosebire, deoarece la ambele se întrebuinţează ţevi cu diametre mici şi pereţi subţiri.

O mare dezvoltare în tehnica mondială a adus-o cazanul cu trecere forţată de apă, care permite întrebuinţarea presiunilor supracritice. Trei tipuri constructive mai importante ale acestui cazan s-au impus : cazanul Benson, cazanul Sulzer şi cazanul Ramzin. Acest tip de cazan nu a fost încă construit în R.D.G., dar atacarea problemelor legate de construcţia sa este foarte necesară.

In R.D.G. consumul specific de material (kg fer/kg abur) se menţine la nivelul tehnicii mondiale : 1598 t pentru cazane 40 at, 80 t/h fără supraîncălzitor ; 1320 t pentru cazane 125 at 160 t/h, cu supraîncălzitor.

Randamentul instalaţiei de cazane este de asemenea la nivelul valorii mondiale realizîndu-se 90 % pentru huilă cu 7 000 kcal/kg.

Progresul ce urmează a se face în materie de construcţie de cazane este legat de perfecţionarea metalurgiei, pentru a produce materiale şi armături care să reziste la temperaturi în jurul a 700°C şi presiuni de circa 300 at.

Situaţia actuală a caracteristicilor principale ale diverselor cazane ce se construiesc în diferite ţări este indicată în tabelă.

Tipul	Unit.	U.R.S.S.	S.U.A.	R.F.G.	R.D.G	C.S.R.
Cazan cu circu-	at	180	180	180	132	132
laţie naturală	t/h	430	850	800	240*	240**
Cazan cu circu-	at	300	420	300	—	—
laţie forţată	t/h	300	500	560	—	—
Temperatura de supraîncălzire	°C	600	650	650	525	580

Obs. *) planificate 400 — 500 t/h
**) în dezvoltare pînă la 430 t/h.

Autorul aminteşte de activitatea Institutului pentru cazane din U.R.S.S. care a fost înfiinţat în 1922 şi arată necesitatea cooperării între U.R.S.S. şi ţările de democraţie populară, pentru dezvoltarea construcţiei de cazane. E 290

a. r.

Electroenergetica

Sarcinile imediate ale teoriei reţelelor electrice orăşeneşti. G l a z u m o v A A. Electricestvo nr. 7 (1956) pag. 10—14

In intervalul 1926—1953 în Uniunea Sovietică s-au construit circa 800 oraşe noi, urmînd ca în cel de al şaselea cincinal, ritmul de construcţie să crească de 2 ori faţă de cincinalul al cincelea.

Principiile de reconstrucţie a oraşelor de tip socialist, diferă de cele din Rusia ţaristă sau ţările capitaliste.

Dezvoltarea oraşelor şi schimbarea înfăţişării lor pune problema modificării teoriei reţelelor întrucît teoria actuală a reţelelor electrice orăşeneşti nu răspunde noilor condiţii. Creşterea numărului de etaje la clădiri şi în consecinţă creşterea sarcinii, determină o micşorare a razei de acţiune a posturilor de transformare. In legătură cu aceasta, apare insuficient justificată tensiunea de 380/220 V, deoarece circa 40—50 % din consumul casnic îl formează iluminatul, apărînd mai indicată tensiunea de 220/127 V.

Pentru ca la tensiunea de 380/220 V, intensitatea fluxului luminos să rămînă aceeaşi ca la tensiunea de 220/127 V, este necesar ca puterea lămpilor să fie mai mare. In mod obişnuit, consumul pentru iluminat la tensiunea de 380/220 V se ia cu circa 20 % mai mare decît la tensiunea de 220/127 V.

Creşterea consumului comunal în condiţia că, consumul pentru iluminat este 40—50 % se ia 8—10 %. Calculele tehnico-economice au arătat că la cele 2 tensiuni costul reţelei este acelaşi iar cheltuielile de exploatare la tensiunea de 380/220 V sînt de 1,5 ori mai mari ca la tensiunea de 220/127 V.

Autorul arată că construcţia şi trecerea reţelelor electrice în raioanele cu clădiri înalte la tensiunea de 380/220 V nu corespunde total intereselor economice a Uniunii Sovietice.

O altă problemă asupra căreia se atrage atenţia o constituie schemele de medie şi joasă tensiune. Astfel se arată că în Moscova reţeaua de cabluri se construieşte după principiul schemei radiale cu rezervă, consumatorii putînd în mod automat să se conecteze la alte linii. In Leningrad reţeaua de cabluri se realizează după schema buclată.

Experienţa exploatării acestei reţele a scos în evidenţă siguranţa superioară în exploatare a schemelor buclate.

Insuficient studiată este şi problema introducerii tensiunilor înalte pe teritoriul oraşelor, după unii autori această tensiune trebuind să fie egală cu tensiunea sistemului, iar după alţii putîndu-se alege o tensiune inferioară (110 kV sau 35 kV). De asemenea în calculele teoretice considerarea sarcinii ca uniform repartizate în condiţiile oraşelor moderne dă naştere la mari erori.

In vederea realizării unui punct de vedere unic asupra reţelelor urbane, autorul propune ca linia tehnică în acest domeniu să fie dată de direcţia tehnică din Ministerul Centralelor Electrice. In cadrul acestei direcţii ar urma să se formeze o secţie care să se ocupe în mod special de problema reţelelor electrice urbane. E. 291

v.n.

Exploatarea protecţiei prin relee a generatoarelor şi compensatoarelor sinerone, B e r c o v i c i M. A., V i n o g r a d o v, N. V. şi S e m e n o v, V. A. Electriceskie Stanţii nr. 9(1956) pag. 46—48)

Aprecierea eficacităţii, sensibilităţii, selectivităţii şi rapidităţii protecţiei precum şi tendinţele de perfecţionare pot rezulta numai din practica exploatării acestor instalaţii în condiţiile sistemelor electrice.

De aceea autorii arată că generalizarea datelor statistice furnizate de exploatarea protecţiei prin relee reprezintă elemente importante pentru institutele de proiectări şi cercetări.

Pentru ca prelucrarea materialului statistic să nu ducă la concluzii eronate, analiza trebuie să privească instalaţii de acelaşi fel pe o perioadă de circa 8—10 ani.

Din datele statistice prezentate pentru protecţia diferenţială longitudinală rezultă că în 13 ani au fost 35 cazuri de acţionare din care 28 corecte (80%) şi 7 necorecte (20 %). Cele mai multe cazuri de acţionare greşită s-au produs din cauza caracteristicilor de magnetizare diferite la transformatorii de curent.

Protecţia diferenţială transversală în decurs de 13 ani a acţionat de 14 ori corect (82,3 %) şi trei ori incorect din aceleaşi motive ca şi protecţia diferenţială longitudinală.

Protecţia contra punerilor la pămînt a acţionat în decurs de 13 ani în 35 cazuri din care în 28 corect (80 %) şi în 7 incorect (20 %).

Din 1951 cînd a început introducerea în masă a protecţiei cu transformatori de curent pentru componenţa homopolară nu a fost nici un caz de acţionare greşită.

Intr-un interval de 9 ani, protecţia maximală de curent cu blocaj de minimă tensiune a acţionat de 59 ori şi în toate cazurile corect. In 31 cazuri, protecţia a deconectat generatoarele datorită scurtcircuitelor exterioare, din care 21 la borne, 7 în plecările fără bobină de reactanţă şi 3 din cauza scurtcircuitelor de după transformatoarele ridicătoarele în urma refuzului protecţiei şi întreruptoarelor.

Din analiza diferitelor aspecte a avariilor cu generatoarele şi compensatoarele sincrone şi a experienţei protecţiei prin relee rezultă că generatoarele în mod obligatoriu trebuie să aibă protecţii contra scurt circuitelor între faze interioare şi a punerilor monofazice la pămînt. In legătură cu protecţia contra scurtcircuitelor între spire a aceleiaşi faze, autorii arată că protecţia exploatării nu justifică necesitatea ei. E. 292

v.n.

Stîlpi tubulari din sticlă textolit după Electric Light and Power, vol. 34 (1956) nr. 9 pag. 73

In S.U.A., statul Michigan, au fost fabricaţi pentru prima oară stîlpi tubulari din sticlă textolit.

Sticla-textolit are o foarte mare rezistenţă mecanică fiind totodată extrem de uşoară. Rezistenţa la întindere a pieselor prelucrate este de 6 300 — 7 000 kg/cm² ceea ce depăşeşte de două ori rezistenţa oţelului turnat. Stîlpii avînd lungimea de 11 m, diametrul exterior 280 mm şi grosimea peretelui 7 mm au greutatea de circa 68 kg fiind astfel de 3—5 ori mai uşori decît stîlpii de lemn de aceleaşi dimensiuni. Doi oameni pot transporta fără efort un astfel de stîlp la orice distanţă. S-a dovedit practic că timpul necesitat de încărcarea manuală a acestor stîlpi pe o remorcă specială este de şase ori mai mic decît timpul necesitat chiar cu mijloace mecanizate la stîlpii de lemn.

Noii stîlpi au fost montaţi în 1955 la o linie de transport de energie electrică. Pînă acum nu se pot trage concluzii precise în legătură cu durabilitatea lor ; rezultatele analizelor chimice indică o durată de ordinul 50—100 ani. Aceşti stîlpi nu suferă de pe urma agenţilor atmosferici şi au spre deosebire de stîlpii de lemn o rezistenţă uniformă pe toată lungimea lor.

Traversele stîlpilor se confecţionează de asemenea din sticlă textolit. Modelele de încercare s-au fabricat cu un diametru exterior de 100 mm şi o lungime de 2—2,5 m. Primele traverse s-au fixat la stîlp cu juguri, apoi fixarea s-a făcut prin găurirea stîlpului la diametrul traversei, introducerea acesteia prin gaură şi prinderea ei cu buloane. In locul îmbinării, rezistenţa stîlpului nu scade decît în mică măsură.

Traverse cu o lungime de 2,5 m diametru de 125 mm şi fixate la stîlp cum s-a arătat mai sus, suportă la capete sarcini de cîte 275 kg. Greutatea unei astfel de traverse este de circa 6 kg, adică este de şapte ori mai uşoară decît dacă ar fi construită din lemn.

Sticla textolit are foarte bune proprietăţi electrice. Incercările au arătat că tensiunea de străpungere la 60 Hz este de 25 kV, iar tensiunile de descărcare la încercările cu impulsuri cu unde avînd caracteristica 1,5/40 μs au fost 45 kV în stare uscată şi 35 kV în stare umedă. Tensiunea de conturnare a unei piese uscate din sticlă textolit a fost de 219 kV (media a 15 încercări) ; impulsuri cu unde de 1,5/40 μ s la 2 000 A şi 360 kV nu au cauzat deteriorării vizibile. Supuşi la încercări cu impulsuri de curent de 20 000 A, după, cinci impulsuri stîlpii nu au prezentat deteriorări vizibile,

numai la a şasea încercare s-a rupt o fişie îngustă de 6 mm. Un stîlp din lemn de pin galben de aceeaşi mărime, la prima încercare s-a rupt în trei părţi. E 293

c.p.

Instalaţiile de compensare capacitivă longitudinală în reţelele de 110 şi 220 kV. Artemiev, D. E., Marcenco, A. E. şi Poliac, G.I. Electricestvo nr. 8 (1956) pag. 33—41.

Compensarea longitudinală a reactanţei inductive a liniei de transport se răspîndeşte, datorită eficacităţii sale în mărirea capacităţii liniilor în transportul la distanţă, în îmbunătăţirea regimului de tensiune în liniile radiale, în asigurarea repartiţiei optime a sarcinilor între liniile paralele.

In articol autorii dau descrierea unor asemenea instalaţii din reţelele de 110 şi 220 kV.

Instalaţia pentru compensare în reţeaua de 110 kV este construită la o staţie coboritoare, la care este conectată o linie de 157 km care leagă o centrală hidroelectrică cu sistemul. Instalaţia este legată între cele două bare ale staţiei. Intreruptorul din cupla transversală serveşte şi ca şunt. Schema folosită asigură în condiţii obişnuite de exploatare o compensare de 25%. Alte două instalaţii folosite la tensiunea de 220 kV sînt realizate la una din staţiile puternice ale sistemului şi sînt conectate după schema bloc în două linii paralele de 220 kV şi lungi de 240 km. Puterea ambelor instalaţii este de 33 600 kVA asigurînd o compensare de 30%. In articol se indică schemele de conectare ale instalaţiilor de compensare longitudinală precum şi vederi generale asupra instalaţiilor de 220 kV.

Experienţa construcţiei şi exploatării instalaţiilor descrise în articol, precum şi experienţele făcute, au arătat că compensarea longitudinală nu creiază dificultăţi în funcţionarea sistemelor energetice.

Siguranţa în exploatare a instalaţiilor de compensare este determinată de siguranţa condensatoarelor.

Din aceste motive autorii arată că sarcina industriei producătoare de condensatori constă în continua perfecţionare a acestor aparate. E 294

v.n

Cercetări asupra supratensiunilor determinate de oscilaţii produse de tăierea undei Burgsdorf, V. V. Beliacov, N.N. şi Muravleva, N. V, Electricestvo (1956) nr. 5 pag. 21—26

In exploatare se constată adesea avarii produse de străpungerea distanţelor dintre fazele unui transformator de 110 kV sau între o fază şi neutrul acestuia. Aceste avarii au loc de obicei la staţiile de 110 kV terminale cu toate că s-au respectat prescripţiile privind protecţia împotriva supratensiunilor atmosferice. Ţinînd seama de intervalul de străpungere rezultă că valoarea supratensiunii care a luat naştere depăşea 500 — 600 kV. Cauza acestor supratensiuni constă în oscilaţiile care iau naştere în urma tăierii undelor de supratensiune de către descărcătoare tubulare sau de eclatoare. Pentru elucidarea acestei probleme şi pentru a stabili măsurile de trebuie luate pentru limitarea supratensiunilor, autorii articolului au făcut o serie de încercări experimentale pe o staţie de transformare de 110 kV, de capăt, avînd două transformatoare a 20 MVA.

S-au studiat următoarele trei cazuri :

— supratensiunile ce pot avea loc în cazul tăierii undei de tensiune de către descărcătoarele tubulare montate la capătul liniei ;

— supratensiunile produse în cazul tăierii undelor de supratensiune de către descărcătoarele situate la distanţa de 1—2 km de staţie ;

— supratensiunile ce iau naştere în cazul undelor lungi.

Se constată că valoarea supratensiunilor ce iau naştere din cauza oscilaţiilor produse, ţinîndu-se seama de capacitatea transformatorului şi inducţia circuitului prin care se propagă unda tăiată, iau valori deosebit de mari, ceea ce explică avariile ce se produc. Unul dintre mijloacele cele mai eficace de limitare a supratensiunilor constă în amortizarea oscilaţiilor prin schimbătoare la barele staţiei, a unor rezistenţe reprezentate fie de liniile aeriene legate la bare, fie prin descărcătoare cu rezistenţă variabilă. Funcţionarea descărcătoarelor cu rezistenţă variabilă limitează mult posibilitatea producerii supratensiunilor. De asemenea autorii ajung la concluzia că este necesar de a se mări intervalul de străpungere al descărcătoarelor tubulare la valoarea de 400—450 mm şi de a limita valoarea rezistenţei prizei acestora. E 295

g.d.

Hidroenergetica

Influenţa centralelor hidroelectrice pe firul apei asupra navigaţiei Mosonyi, E. raport 219 H/36 la a 5-a C.M.E.

Studiul are de scop stabilirea avantajelor pentru navigaţie a amenajărilor unor trepte pe cursuri de ape navigabile chiar în stare naturală. Avantajele retenţiei sînt următoarele :

1. Durata totală a cursei amonte-aval se poate scurta în aşa măsură, încît să supracompenseze durata trecerii prin ecluză. Această reducere de durată măreşte randamentul parcului de vase.

2. La putere de tranţiune şi pescaj egale, rezultă o economie de combustibil, proporţională cu timpul cîştigat.

3. In apa reţinută şi prin urmare mai adîncă, se reduce rezistenţa întîmpinată de vas, ceea ce provoacă la putere de tracţiune egală o mărire a vitezii, sau la menţinerea acesteia, o reducere a puterii de remorcare necesară. In ambele cazuri rezultă o reducere a consumului de combustibil.

Economiile în durată se pot calcula pe cale matematică, autorul stabilind formulele corespunzătoare şi analizînd elementele incerte introduse în calcul, precum şi importanţa lor. Se poate dovedi că economia de combustibil este aproximativ egală cu economia de durată.

Concluzia este, că în anumite cazuri, dependente în special de viteza iniţială a cursului apei, se pot realiza prin amenajarea unor trepte cu ecluze, economii considerabile de combustibil, derivînd de aici posibilitatea ca şi navigaţia să finanţeze şi amortizeze o parte corespunzătoare a costurilor de investiţie, chiar dacă fluviul a fost navigabil înaintea amenajării treptelor.

Se menţionează expres că problema este în curs de studiu în legătură cu treptele de retenţie planuite pe Dunăre în Ungaria. E 296

v.b.

„Puterea asigurată" a unei centrale hidroelectrice după Okubo, T şi Nishihara, H., Mem. Fac. Engineering Kyoto Univ.—vol 17 (1955) pag. 139—155, recenzat în ETZ—A vol 77 (1956) nr. 6 pag. 183.

După normele editate de Asociaţia Germană a Intreprinderilor de Electricitate (Noţiuni energetice ed. I. 1953), se înţelege prin „puterea asigurată" (primary power) a centralelor hidroelectrice, la centralele pe firul apei, puterea disponibilă la nivel scăzut mediu, într-un an cu debit mediu, timp de 330 zile ; la centrale cu acumulare anuală sau supraanuală se consideră în general puterea instalată, dacă este disponibilă cel puţin o oarecare durată de timp. Noţiunea are o importanţă deosebită tehnică şi economică în sistemele energetice cu preponderenţă hidroenergetică.

Autorii consideră aceste noţiuni, utilizate pînă acum în mod corespunzător şi în Japonia, ca insuficiente pentru practică, şi propun o nouă metodă de calcul a puterii asigurate. Se analizează în acest scop nu numai potenţialul energetic disponibil în perioada de secetă în centrale cu acumulare anuală şi supraanuală, ci se ia în considerare şi interdependenţa cu cererea de energie din aşa zisele zile critice ale sistemelor. In această perioadă le revine centralelor termoelectrice o deosebită importanţă. In opoziţie cu concepţia europeană, japonezii acceptă însă din motive economice în perioade extraordinare de secetă reduceri de putere şi chiar reduceri temporare de tensiune şi frecvenţă, în caz că se poate conta pe un asemenea fenomen numai o dată la mai mult de 10 ani. Pe baza probabilităţii apariţiei unor perioade de secetă şi a repartiţiei debitelor minime şi a curbelor debitelor clasate, cercetate pe cale matematică, se fac propuneri pentru o definire a puterii asigurate la centrale pe firul apei şi la acele

cu acumulare, insistîndu-se în mod deosebit asupra legăturii cu aspectele economice, care se exprimă în costul energiei electrice. E 297

v.b.

Hidrogeneratoare asincrone după Water Power an 9 (1956) nr. 4 pag. 127—133

In cadrul folosirii surselor hidraulice existente, pe cursurile de apă relativ mici este economic să se instaleze hidrogeneratoare asincrone. In sistemele electrice din Anglia acestea se folosesc pentru puteri de 20 pînă la 10 000 kW.

Hidrogeneratorul este compus dintr-un generator asincron cu rotor în scurtcircuit şi o simplă turbina fără regulator. Pentru pornire, generatorul se conectează la reţea, turbina se accelerează pînă la viteza suprasincronă şi preia sarcina. Pentru a uşura pornirea, conectarea se poate face şi la viteza sincronă. Hidrogeneratoarele asincrone mici suportă turaţia sporită pe care o atinge agregatul în urma deconectării brusce de la reţea în caz de avarie. La agregatele mari se instalează dispozitive speciale de protecţie contra ambalării.

Utilizarea turbinelor fără regulatoare aduce o economie de peste 30 %. Generatoarele asincrone costă cu 30—40 % mai ieftin decît generatoarele sincrone, dispozitivele de protecţie reducîndu-se la minimum.

Absenţa regulatoarelor de la turbine permite ridicarea vitezei de trecere a apei în conductele de presiune, fiindcă viteza în acestea variază numai la pornire şi oprire, cînd această variaţie se poate face lent. Ca urmare la aceasta se micşorează dimensiunile conductelor şi tunelelor şi se pot elimina o serie de ventile şi clapete.

Generatoarele asincone pot fi folosite la acumulatoarele hidraulice unde consumul de apă în decursul unei lungi perioade de timp rămîne de obicei constant şi în industria chimică în locul vanelor de şoc folosite la transvazarea diferitelor lichide din rezervoarele de înaltă presiune în rezervoarele de joasă presiune. In multe cazuri, mici hidrogeneratoare asincrone se instalează la mori de apă.

Dacă se folosesc turbine de apă verticale, cu turaţii mici, racordarea hidrogeneratoarelor orizontale se face cu ajutorul reductoarelor.

Datorită simplităţii sale hidrogeneratorul asincron se poate uşor preta la comanda automată şi telecomandă. El poate fi pornit şi oprit de la un hidrocentru aflat la o distanţă de cîţiva kilometri şi de asemenea automat, în funcţie de timp sau de nivelul apei din bieful amonte.

Cele mai avantajoase viteze pentru hidrogeneratoarele asincrone sînt 750—1 000 rot/min.

Pentru puteri sub 1 500 kW, în scopul reducerii greutăţii şi costului, se recomandă folosirea generatoarelor de joasă tensiune. Totuşi, generatoare cu tensiuni de 3 300 V se fabrică începînd de la 150 kW şi pot lucra racordate direct la o linie de transport. Maşinile cu puteri peste 4 500 kW se pot fabrica pentru tensiuni de 6,6 sau 11 kV.

Randamentul generatoarelor asincrone în regim normal este egal cu ~80 % şi se modifică puţin în limita de 50—100 % din sarcina plină. Factorul de putere la plină sarcină este circa 0,9 şi scade repede pentru sarcini sub 60 % din puterea nominală. Pentru ridicarea factorului de putere se pot instala condensatoare statice. E 298

p. c.

Amenajarea bazinului de recepţie Missouri (S.U.A). după Procedeedings American Society Civil Engineering an 82 (1956) raportul nr. 800 recenz. de F. Orth, Der Bauingenieur, an 31 (1956), nr. 6 pag. 228—230

Amenajarea integrală a bazinului de recepţie Missouri de $1{,}38 \times 10^6$ km² are în vedere realizarea unor scopuri multiple : aplatizarea vîrfurilor de debit anuale şi extraordinare ale fluviului şi ale afluenţilor săi, producerea de energie electrică, irigaţii, alimentarea cu apă şi navigaţie.

Barajele prevăzute în întregul bazin Missouri sînt în număr de 111, din care pe fluviu propriuzis se află următoarele :

lacuri de acumulare	capacitatea 10^9 m³	înălţime baraj m	putere instalată MW	Situaţia construcţiei
Fort Peck	24,0	65,0	165	în producţie
Garrison	28,4	53,0	400	parţial în producţie
Oahe	29,4	63,0	425	în construcţie
Big Bend	0,42	18,2	120	proiectul este aprobat
Fort Randall	7,8	42,0	320	în producţie
Gavins Point	0,67	15,5	100	în construcţie
Total	100,69		1 430	

Potenţialul energetic al afluienţilor este apreciat la încă 1 200 MW. Producţia anuală de energie din întregul bazin se evaluiază la 15 TWh. E 299

v. b.

Reactori nucleari cu combustibil lichid

Went I. I., Bruyne H. comunicare a FOMKEMA Arnheim, grupa construcţii reactoare. Archiv für Energiewirtschaft, nr. 8—25 IV 1955, pag. 325—333.

Articolul analizează problemele fizice, chimice şi tehnologice ale reactorilor cu combustibil lichid studiate în Olanda cu un an în urmă. Pînă la data scrierii articolului nu s-a stabilit care tip de reactor este mai avantajos pentru centralele atomoelectrice. Faptul se datoreşte condiţiilor diferite ale diverselor ţări şi a combustibilului nuclear diferit de la ţară la ţară, (normal, uşor îmbogăţit sau bogat în U 235). Diferă de asemenea mediul de răcire după posibilitatea cheltuielilor în legătură cu sistemul de protecţie.

Autorii stabilesc condiţiile de bază pe care trebuie să le îndeplinească un reactor nuclear, ajungînd la concluzia că pentru condiţiile din Olanda reactorul cu combustibil lichid este cel mai avantajos. Acest tip de reactor poate fi de patru feluri : *a*) cu soluţii de săruri de uraniu în apă sau în apă grea ; *b*) cu suspensii conţinînd particole de uraniu (oxizi de uraniu) în apă sau apă grea ; *c*) suspensii de particole conţinînd uraniu (compuşi intermetalici) într-un fluid cu punct de fierbere ridicat şi greutate specifică mare ; *d*) particole conţinînd uraniu (oxizi de uraniu) în stare fluidizată, numite şi suspensii uscate. Intrucît tipurile de reactori omogeni *a* şi *c* sînt cunoscute în literatură, se descriu în continuare reactorii de tip *b* şi *d* care nu necesit uraniu îmbogăţit. Reactorii cu suspensii umede de uraniu în apă grea (tip *b*) se pot construi omogeni sau neomogeni. Se arată condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească suspensiile şi se arată avantajele construcţiei unui astfel de reactor omogen, accentuîndu-se asupra stabilităţii temperaturii interioare a moderatorului şi a posibilităţilor de reglaj. E 300

c.m.

Realizări elveţiene în domeniul energiei nucleare

Sontheim, R, Wasser und Elektrizitätswirtschaft, an 8 (1956), nr. 5—6 pag. 153—154.

Intreprinderea Reaktor S. A, cu sediul în Würenlingen, înfiinţată în 1955 a fost finanţată prin participarea a 125 întreprinderi (49 % industrie, 31 % întreprindere de electricitate, restul bănci şi societăţi de asigurare). Conducerea dispune de 11 comisii consultative pentru : (1) proiectare, (2) probleme de exploatare, (3) probleme de protecţie, (4) probleme de energie, (5) metalurgie, (6) chimie, (7) construcţii maşini, (8) construcţii aparataj, (9) apă grea, (10) patente şi licenţe şi (11) probleme financiare. Cu statul elveţian au fost perfectate contracte privind finanţarea parţială a programului de investiţii şi de exploatare. Terenul achiziţionat la Würenlingen este de 6 ha, fiind rezervat un teren adiacent de aceeaşi întindere. Proiectele pentru un reactor experimental cu apă grea au fost elaborate de un colectiv de întreprinderi elveţiene (Brown Boveri eto, Escher Wyss S.A. şi Gebrüder Sulzer S.A.), împreună cu un colectiv de proiectare al întreprinderilor Electro Watt S.A. şi

Motor Columbus S.A. Proiectul, modificat în urma rezultatelor conferinţei de la Geneva 1955 au fost între timp aprobat şi se află în curs de realizare. Punerea în funcţiune este prevăzută pentru finele anului 1958.

Totodată diferite întreprinderi particulare elveţiene execută cu personal şi fonduri proprii cercetări în vederea dezvoltării şi construirii reactorilor. Este vorba în special de lucrări de proiectare şi de conducere a şantierelor de construcţie revenind colectivului de proiectare susnumit, precum şi de calcule şi încercări făcute de colectivul de întreprindere. Şi alte întreprinderi elveţiene din sectorul chimic (Ciba), metalurgic (Industria Aluminiului S.A.) şi electrotehnic (Landes et Gyr S.A.) execută cercetări cu fonduri proprii. E 301

v.b.

Costul prezumat al energiei produse de centrale atomoelectrice în Marea Britanie,
după Bull. Trim. UNIPEDE Economie Electrique. 29 (1956) nr. 4 pag. 124—145, recenzat în Bull. ASE vol. 47 (1956) nr. 4, pag. 134.

In conferinţa ţinută în octombrie 1955 la New York, lordul Citrin a expus situaţia utilizării energiei nucleare în Anglia, dînd detalii asupra costurilor probabile de producţie ale energiei electrice. Pornind de la datele centralei de 65 MW Calder Hall, se dau următoarele previziuni pentru costurile la o centrală de 150 MW.

Felul costurilor	Costuri de investiţii		Costuri anuale		Costuri de producţie	
	£ 10^6	lei 10^6	£ 10^6	lei 10^6	p/kWh	bani/kWh
1. *de investiţie*						
reactor şi accesorii .	7,5	126	0,68	11,42	—	—
alte instalaţii . . .	11,3	190	0,69	11,59	—	—
Total	18,8	316	1,37	23,01	—	—
prima şarjă uraniu	5,0	84	0,20	3,36	0,36	2,52
Total	23,8	400	1,57	26,37	0,36	2,52
2. *de exploatare*						
costuri normale .	—	—	0,26	4,37	—	—
înlocuirea şarjei . .	—	—	1,46	24,52	—	—
Total	—	—	1,72	28,89	0,40	2,80
Costuri în total cifrele în lei la paritate	—	—	3,29	55,27	0,76	7,32

Cifrele în lei la paritate.

Uraniul este trecut cu preţul de £ 20/kg (paritate în lei 336). In calcul dobînda este prevăzută cu 4 %. Durata de exploatare a reactorului este prezumată la 15 ani şi se admite un factor de sarcină de 80 %.

In caz că plutoniul produs ar fi recuperat, condiţionat şi valorificat, preţul ar putea să scadă la 0,65 p/kWh (la paritate în lei 0,0455). E. 302

v.b.

Programul utilizării energiei nucleare în Marea Britanie
Bul. ASE. vol. 46 (1956) pag. 697—701, după ETZ-B. an 8 (1956) nr. 5 pag. 222.

In cadrul eforturilor deosebite depuse în Anglia în vederea utilizării energiei nucleare a fost supus parlamentului britanic în februarie 1955 un plan prevăzînd execuţia unor centrale atomoelectrice în 3 etape. Evoluţia este astfel calculată încît consumul de cărbuni să se diminueze la timp pentru a întîmpina dificultăţile recrutări de forţe de muncă pentru mine.

Articolul tratează diferitele tipuri de reactori nucleari prevăzuţi. In prima urgenţă se vor construi două centrale electrice cu cîte doi reactori cu moderator de grafit şi răcire cu aer comprimat, şi cu o putere de netto 100 MW. Al doilea tip este un reactor răcit cu lichid. In primul tip se produce în afară de energie electrică şi plutoniu, care va constitui combustibilul pentru cel de al doilea tip. Al treilea tip de centrală va fi un reactor breeder (clocitor) omogen sau rapid. Costurile energiei electrice produse în centralele atomoelectrice se evaluează la 0,6 penny/kWh, adică la mărimea acelora produse în centralele termoelectrice pe bază de cărbuni (în lei la paritate 0,042). E. 303

v.b.

Reactorii nucleari în R.F.G.
ETZ — B. vol. 8 (1956) nr. 4 pag. 149 şi nr. 8 pag. 309

Instituţia care va prelua exploatarea reactorului	tipul reactorului	provenienţa
Universitatea Hamburg	„Swimming Pool"	achiziţionat în S.U.A.
Institutul Politehnic München	„ „	achiziţionat în S.U.A.
Universitatea Frankfurt	cu apă în fierbere	achiziţionat în S.U.A.
	„Swimming Pool" tip Merlin	achiziţionat în Anglia
Centrul de dezvoltare nucleară Karlsruhe	de cercetări şi încercări.	se construieşte de R.F.G.
Provincia Nordrhein Westfalen	cercetări pentru analize de materiale	se intenţionează achiziţionarea în străinătate.
Länderurile Bremen, Hamburg şi Schleswig-Holstein		oferite din S.U.A. (1,5—2,5 Milioane DM)

E. 304

v.b

INDEX ALFABETIC

Editoriale

Cioară G. : Sarcinile energeticii în R.P.R. la începutul celui de al doilea plan cincinal 1956—1960. nr. 1 p. 4

Dinculescu C. : Conferința mondială a energiei Viena iunie 1956. nr. 10 pag. 453

Marcu B., Moldoveanu N. : Rolul și sarcinile energeticienilor industriali. nr. 10 p. 458

Moldoveanu N., Marcu B. : Rolul și sarcinile energeticienilor industriali nr. 10 p. 458

Popa Stoica : Spre un nou avînt în tehnica construcțiilor energetice N. 9 p. 405

* * * : Din lucrările celui de al II-lea Congres al P.M.R. Nr. 1 p.1

* * * : Hotărîrea Consiliului Central A.S.I.T. din 5 februarie 1956 nr. 2 p. 57

* * * : Conferința electricienilor din R.P.R. 1956 nr. 2 p. 59.

* * * : 1 Mai 1956. Nr. 5 p. 213.

* * * : Declarația Consiliului Executiv al Federației Mondiale a Oamenilor de Știință cu privire la producția și experiențele cu armele nucleare. Nr. 6 p. 261.

* * * : Al II-lea Congres al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. nr. 7 p.309.

* * * : 23 August 1956. Nr. 8 p. 357.

Energetica generală

Constantinescu E. : Importanța proiectării la aplicarea tehnicii noi în concepția și realizarea instalațiilor energetice Nr. 10 p. 456

Mihăileanu C. : Perspectivele energiei nucleare în dezvoltarea viitoare a economiei energetice europene. Nr. 4 p.165

Pimsner V., Vasilescu C.A. : Posibilitatea transformării motoarelor de autovehicol cu aprindere prin scînteie pentru a funcționa cu gaz metan Nr. 11 p. 501

Purica I. : Caracteristicile reactorilor nucleari Nr. 3 p. 113.

Stăncescu D. I. : Situația energetică mondială I Nr. 1 p. 5

Stăncescu D. I. : Situația energetică mondială II. Nr. 2 p. 60.

Vasilescu C. A., Pimsner V. : Posibilitatea transformării motoarelor de autovehicol cu aprindere prin scînteie pentru a funcționa cu gaz metan. Nr. 11 p. 501

Electroenergetica

Alexe C. : Calculul variației de tensiune produse de funcționarea cuptoarelor electrice cu arc în rețelele electrice. Nr. 8 p. 375.

Bensimon A. : Repartiția sarcinilor între centralele unui sistem energetic, corespunzător pierderilor în rețele. Nr. 4 p. 195.

Burducea C. : Folosirea hidrogenului pentru răcirea turbogeneratoarelor. Nr. 8 p. 358

Burducea C. : Folosirea hidrogenului pentru răcirea turbogeneratoarelor Nr. 9 p. 415

Călin S. : Automatizarea proceselor de producție în energetică Nr. 5 p. 219.

Călin S. : Metode de reglare automată descentralizată a frecvenței în sistemele energetice. Nr. 9 p. 426

Dimo P. : Reprezentarea mașinii sincrone prin curenții săi de scurtcircuit Nr. 10 p. 471

Groza L. : Alegerea caracteristicilor și funcționarea bobinelor de stingere. Nr. 2 p. 76

Huhulea I. : Reanclanșarea automată a liniilor electrice principale care alimentează motoarele pompelor de adîncime. Nr. 5 p. 226.

Marc D. : Studiul tehnico-economic al legării conductoarelor de protecție al liniilor de 35 kV la cadrele stației. Nr. 1 p. 29

Martac D. : Calculul erorii de determinare a pierderilor de energie într-un sistem electric. Nr. 8 p.370.

Martac D. : Cîteva considerații asupra stabilității statice a sistemelor electrice, deduse folosind „Analizorul de rețele,, propus de ing. P. Dimo. Nr. 12 p. 572

Mihăileanu C. : Lucrările celei de a 16-a sesiuni a Conferinței Internaționale a Marilor Rețele Electrice (CIGRE) ținută la Paris între 30 mai și 9 iunie 1956. Nr. 9 p. 408.

Mihăileanu C. : Lucrările celei de a 16-a sesiuni a Conferinței Internaționale a Marilor Rețele Electrice (CIGRE) ținută la Paris între 30 mai și 9 iunie 1956 Nr. 10 p. 475

Rădulescu V. : Executarea legăturilor la cablurile subterane cu conductoare de aluminiu. Nr. 3 p. 139.

Vaisman L. : Punerea în paralel a generatoarelor și compensatoarelor sincrone prin autosincronizare. Nr. 6 p. 273

Termoenergetica

Badea I. : Considerații tehnico-economice asupra introducerii automatizării în instalațiile termice ale centralelor termoelectrice N. 5 p. 215

Badea I. Colț Gh : Tipuri noi de cazane în U. R. S. S. Nr. p. 507

Colț Gh. : Stabilirea mărimilor de stare ale fluidului în partea divergentă a ajutajului de Laval în cazul variației contrapresiunii Nr. 8 p. 364.

Costin E. : Separatoare magnetice, element necesar la circuitele de alimentare cu cărbune în centralele termoelectrice Nr. p. 45

Ghia V. : Economia de combustibil obținută prin recircularia gazelor de ardere la preîncălzitoarele de aer pentru uscătorii. Nr. 3 p. 128.

Moțoiu C. : Pila de combustie, o cale directă de transformare a energiei combustibililor în energie electrică. Nr. 6 p. 262.

Popescu N. : Importanța preparării apei de răcire în centralele termoelectrice Nr. 4 p. 181.

Stanisavlievici L : Evitarea coroziunilor caustice la cazanele de abur. Nr. 6 p. 269.

Stanisavlievici L. : Controlul calității aburului prin conductibilitatea electrică. Nr. 1 p. 23.

Stăncescu D.I., Voinea M. : Valorificarea termică a combustibilor, în cazul termoficării urbane sau alimentării cu gaze naturale în condițiile din țara noastră. Nr. 7 p. 310

Vasilescu N. Moțoiu C. : Determinarea elementelor de calcul pentru fundațiile motoarelor cu contribuție internă. Nr. 12 p. 564

Vlădea I. : Considerații teoretice și metode de calcul pentru ejectoare. I. Nr. 1 p. 13

Vlădea I. : Considerații teoretice și metode de calcul pentru ejectoare II Nr. 2 p.70

Voinea M., Stăncescu D. I. : Valorificarea termică a combustibilului în cazul termoficării urbane sau alimentării cu gaze naturale în condițiile din țara noastră Nr. 7 p. 310

Voinea M. : Determinarea consumului anual de combustibil al centralelor termoelectrice cu condensație, cu diferiți parametri și puteri unitare, în diferite ipoteze de funcționare. Nr. 9 p. 420.

Westfried F. : Influența dăunătoare ale depunerilor de piatră asupra instalațiilor de cazane de abur. Nr. 2 p. 135

Hidroenergetica

Bărglăzan A. : Centrală hidroelectrică în R.P.R. cu turbine Kaplan (1950—1954) Nr. 6 p. 281.

Cogălniceanu A. : Stabilirea nivelului minim de exploatare, pentru lacurile de acumulare ale uzinelor hidroelectrice. Nr. 2. p. 88.

Cogălniceanu A., Furman I. : Repartiția optimă între volumele lacurilor de acumulare a două centrale hidroelectrice Nr. 8 p. 388

Furman I., Cogălniceanu A. : Repartiția optimă între volumele lacurilor de acumulare a două centrale hidroelectrice. Nr. 8 p. 388

Pavel D. : Unități de putere mare în transformatoarele hidroenergetice Nr. 5 p. 233.

Pavel D. : Turbine Kaplan de mare cădere. Nr. 7 p. 332

Pavel D. : Microturbina elicoidală. Nr. 9 p. 435

Pavel D. : Transformator hidroenergetic pur. Nr. 11 p. 516

Staicu M. : Stabilirea unor relații din teoria mașinilor hidraulice prin analiza dimensională. Nr. 12 580

Solomon S. : Probleme de prognoză hidrologică. Nr. 1 p. 34

Diverse

Brebenel D., Podaşcă Gh.: Imbunătăţirea regimului de reparaţii a utilajului energetic din centrale Nr. 11 p. 525
Caracudovici V. Nagy C.: Evidenţa, factor important pentru analiza, normarea şi reducerea consumurilor specifice de energie electrică Nr. 4 p. 176
Chivu Gh.: Recuperarea căldurii reziduale în industria chimică Nr. 11 p. 464
Herescu I: Cîteva sugesti pentru mecanizarea unor operaţiuni în activitatea de exploatare şi întreţinere ale reţelelor electrice Nr. 11 p. 521
Ionescu D.: Un nou material pentru instalaţiile electrice: conductorii „intec" nr. 2 p. 108.
Ionescu C.: Consideraţii asupra unei terminologii corecte pentru cîteva elemente ale cazanelor de abur. Nr. 11 p. 513
Manolescu Gh.: Nomograma pentru transformarea numerilor complexe din forma algebrică, sub forma exponenţială şi invers. Nr. 5 p. 238.
Militaru P., Schapira W.: Contribuţii la calculul instalaţiilor pentru iluminatul exterior folosind proiectoare şi aparate montate înclinat Nr. 7 p. 323.
Militaru P., Schapira W.: Contribuţii la calculul instalaţiilor pentru iluminatul exterior folosind proiectoare şi aparate montate înclinat. Nr. 8 p. 382
Muntevnu Gh.: Din practica determinării consumurilor specifice de energie în industrie Nr. 12 p. 554
Nagy C. Caracudovici V.: Evidenţa, factor important pentru analiza, normarea şi reducerea consumurilor specifice de energie electrică. Nr. 4 p. 176
Panaitescu G.: Regulamentul pentru utilizarea energiei electrice Nr. 6 p. 308.
Petrescu A.: Importanţa balanţelor energetice. Nr. 10 p 481
Podaşcă Gh. Brebenel D.: Imbunătăţirea regimului de reparaţii al utilajului energetic din centrale. din 11 p. 525
Räper E.: Dezvoltarea industriei gaziere în Republica Democrată Germană Nr. 12 p. 549
Schapira W. Militaru P.: Contribuţii la calculul instalaţiilor pentru iluminatul exterior folosind proiectoare şi aparate montate înclinat. Nr. 7 p 323.
Schapira W., Militaru P.: Contribuţii la calculul instalaţiilor pentru iluminatul exterior folosind proiectoare şi aparate montate înclinat Nr. 8 p. 382
Taina I.: Pentru o cît mai bună gospodărire a lubrefianţilor utilizaţi la turbinele cu abur. Nr. 3 p. 135.
Tarţa I.: Indicii de bază ai gospodăriei chibzuite interne pentru sectoarele Reţele şi Unităţi ajutătoare, din întreprinderile de electricitate. Nr. 11 p 530
Weis M.: Calculul tehnico-economic comparativ între treeratul acţionat cu tractor şi cu motor electric. Nr. 7 p. 341.
* * * : Plan tematic al revistei Energetica pe anul 1956 Nr. 2 p. 111
* * * : Lista rapoartelor prezentate la a V-a Conferinţă Mondială a Energiei. Viena 1956. Nr. 10 p. 496

In ajutorul celor ce studiază şi aplică „prescripţiile de exploatare tehnică a centralelor şi staţiilor electrice"

Manolescu Gh.: Generatoare şi compensatoare sincrone. Nr. 4 p. 197
Manolescu Gh.: Tabel cu prescripţii şi instrucţiuni apărute în cadrul MEEIE. Nr. 4 p. 206
Manolescu Gh.: Modificarea unor paragrafe din „Prescripţiile de exploatare tehnică a centralelor şi reţelelor electrice" Nr. 5 p. 240
Manolescu Gh. Modificări şi completări aduse prescripţiilor emise de MEEIE. Nr. 7 p. 349.

Cronică

Buimovici D.: Experienţele de ardere a lignitilor din R.P.R. făcute în R.D. Germană. Nr. 5 p. 251
Gheron I: Conferinţa Internaţională a Marilor Reţele Electrice (CIGRE) Nr. 6 p. 304
Panaitescu G.: Consfătuirea pe ţară privind consumurile specifice de energie în industrie Nr. 2 p. 106
Pănoiu N.: Prima consfătuire a lucrătorilor din Intreprinderile Comunale de Electricitate din R.P.R. ale Ministerului Gospodăriilor Comunale şi Industriei Locale. Nr. 5 p. 253.
Rădulescu V.: Consfătuirea asupra exploatării reţelelor electrice şi mecanizării reparaţiei lor în U.R.S.S. Nr. 2 p. 105.
Stăncescu D. I.: A cincea sesiune plenară a Conferinţei Mondiale a Energiei Nr. 5 p. 251.
* * * : Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. Nr. 6 p. 304.
* * * :Conferinţa Mondială a Energiei nr. 11 p. 538

Din activitatea A.S.I.T.

Moldoveanu N.: Situaţia normării şi reducerii consumurilor specifice de energie în industrie. Nr. 2 p. 98.
Nagy C. şi Pănoiu N.: Analiza consumului specific de energie în întreprinderile cu procese de fabricaţie continui. Nr. 5 p. 246.
Panaitescu G.: Conferinţa Secţiei de Electricitate din Filiala Regională A.S.I.T. Bucureşti nr. 7 p. 355.
Pănoiu N. şi Nagy C.: Analiza consumului specific de energie în întreprinderile cu procese de fabricaţie continui, nr. 5 p. 246.
* * * : Sedinţa Consiliului Central A.S.I.T. Nr. 3 p. 159.
* * * : Şedinţa de lucru a Biroului Consiliului Central A.S.I.T. cu preşedinţii şi secretarii filialelor. Nr. 4 p. 211.
Lazaride G.: Înfiinţarea Comitetului Naţional Romîn pentru participarea la Conferinţele Energetice şi Electrotehnice Internaţionale Nr. 11 p. 538

Energetica peste hotare

Badea I.: Cîteva consideraţii asupra stadiului tehnic actual al turbinelor cu gaze industriale. Nr. 2 p. 95.
Badea I.: Centrală termoelectrică cu abur cu parametrii ridicaţi (165 ata, 600 °C). Nr. 5 p. 241.
Bratu V.: Costul energiei în centralele termoelectrice cu abur Nr. 9 p. 439.
Colţ Gh.: Progresul tehnic al energeticei U.R.S.S. în cel de al VI-lea plan cincinal Nr. 11 p. 535
Manolescu Gh.: Centrala electrică mobilă cu turbină cu gaze. Nr. 5 p. 243.
Mişu A.: Raportul Electricité de France asupra gestiunii 1952. Nr. 2 p. 95.
Mişu A.: Electrificarea căilor ferate franceze. N. 2 p. 97
Moţoiu C.: Centrala termoelectrică de mare putere Elba. Nr. 1 p. 51.
Moţoiu C.: Linia de înaltă tensiune peste strîmtoarea Siciliei. Nr. 2 p. 96.
Moţoiu C.: Dezvoltarea tehnică a construcţiei termoelectrice în S.U.A. Date statistice asupra construcţiilor noi. Nr. 7 p. 348.
Mihăileanu C.: Situaţia energetică în cursul iernii 1955—1956 în ţările din Europa Occidentală. Nr. 8 p. 391
Mihăileanu C.: Date statistice asupra energiei electrice în S.U.A. în perioada octombrie 1955 — aprilie 1956. Nr. 9 p. 438.
Pavel D.: Microturbinele Bänki Nr. 4 p. 203.
Podani M.: Centrala hidroelectrică Bratsk Nr. 6 p. 293.
Podani M.: Resursele energetice ale Jugoslaviei şi utilizarea lor. Nr. 12 p. 583
Podani M.: Potenţialul energetic al R. F. Yugoslave Nr. 11 p. 535
Stăncescu D. I.: Cele mai mari unităţi energetice la presiune supracritică. Nr. 7 p. 347

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

COMITET DE REDACŢIE

Conf. ing. **Ioan D. Stăneescu** redactor responsabil
Conf. ing. **Călin Mihăileanu** redactor resp. adjunct

Ing. **N. Armeneoiu,** conf. ing. **I.A. Badea,** prof. ing. **M. Bercovici,** membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, conf. ing. **E. Constantinescu,** ing. **V. Cozeleiuc,** ing. **P. Dimo,** laureat al Premiului de Stat, prof. ing. **C. Dinculescu,** membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. Hereseu,** conf. ing. **N. Moldoveanu,** conf. ing. **C. Peneseu,** ing. **P. Vieol,** prof. ing. **I. Vlădea.**